Aus der Chirurgischen Universitätsklinik der Charité, Berlin
(Direktor: Professor Dr. Willi Felix)

und

aus der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen
(Direktor: Professor Dr. Walter Dick)

Über Genese, Diagnostik und Therapie radiogener Schenkelhalsfrakturen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

ANNEMARIE KOSCHITZ-KOSIC
geb. Herrmann

aus Marienberg/Sachsen

1962

7471

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik der Charité, Berlin
(Direktor: Professor Dr. Willi Felix)

und

aus der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen
(Direktor: Professor Dr. Walter Dick)

Über Genese, Diagnostik und Therapie radiogener Schenkelhalsfrakturen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

ANNEMARIE KOSCHITZ-KOSIC
geb. Herrmann

aus Marienberg/Sachsen

1962

Diese Arbeit wurde an der Chirurgischen Universitätsklinik der Charité in Berlin begonnen; aus äußeren Gründen konnte sie dort nicht fertiggestellt werden. Herr Professor Felix, der damalige Direktor der Klinik, hat in einem vorliegenden Schreiben sein Einverständnis erteilt, das Krankengut seiner Klinik zur weiteren wissenschaftlichen Bearbeitung in Tübingen zu benützen. Dafür sei ihm an dieser Stelle gebührend gedankt.

Den gleichen Dank schulde ich Herrn Professor Dick, Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik in Tübingen, für seine Hilfe und die Übernahme des Referates. Er gab mir die Möglichkeit, diese Arbeit an seiner Klinik zu beenden und stellte mir sein Krankengut zur Verfügung.

Herrn Professor Bauer, Direktor des Medizinischen Strahleninstituts der Universität Tübingen, sowie Herrn Professor Gietzelt, Direktor der Universitätsgeschwulstklinik der Charité in Berlin, und Herrn Professor Roemer, Direktor der Universitätsfrauenklinik in Tübingen, danke ich für ihre Unterstützung und die Überlassung der Bestrahlungsanamnesen.

Dekan: Professor Dr. K. Brecht

Berichterstatter: Professor Dr. W. Dick

Inhalt

Definition und Einleitung 5

Genese 9
Wesen der Röntgenstrahlen 9
Schädigung durch Röntgenstrahlen 10
Histologische Veränderungen durch Röntgenstrahlen 10
Röntgenologische Veränderungen durch Röntgenstrahlen 12
Therapie gynäkologischer Karzinome 13
Röntgentherapie 14
Radiumtherapie 14
Übersichtstabellen 16

Diagnose 19

Therapie 19
Tabellarische Übersicht des Krankengutes 19
Auswertung der Befunde 19
Über die Schenkelhalsnagelung 22

Diskussion 25

Zusammenfassung 29

Anhang 31
Krankengeschichtsauszüge und Epikrisen der Berliner Klinik 31
Krankengeschichtsauszüge und Epikrisen der Tübinger Klinik 41
Röntgen-Abbildungen und Legenden 48
Literatur 51

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549608_0007

Definition und Einleitung

Die radiogenen Schenkelhalsfrakturen sind Knochenbrüche, die als Folge von Bestrahlungsschäden nach therapeutischen Röntgen- und Radium- oder Kobaltbestrahlungen eines in der Nähe aber außerhalb des Schenkelhalses gelegenen malignen Tumors entstehen. Mit ganz seltenen Ausnahmen handelt es sich dabei um die Folge nach Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms.

Sie zählen zur Gruppe der pathologischen Frakturen und entwickeln sich schleichend. Bei ihnen reicht die alleinige Belastung durch das eigene Körpergewicht der Patienten als chronisch wirkendes Mikrotrauma bei gemindertem Leistungsvermögen des Knochens zur Frakturgenese meist aus. Sie sind in diesem Sinne „Spontan"-Frakturen, obwohl ihr Zustandekommen nicht völlig spontan erfolgen kann. Andererseits können auch anamnestisch erfaßbare Traumen, die den strahlenungeschädigten Schenkelhals noch nicht zu brechen vermögen, bei radiogener Schädigung des Schenkelhalses zu Frakturen führen. Zu ihrer Verifizierung ist der Ausschluß von Metastasen oder eines Primärtumors im Schenkelhals selbst unerläßlich.

Die erste Veröffentlichung einer radiogenen Schenkelhalsfraktur erfolgte 1927 durch den Leipziger Röntgenologen B a e n s c h. Es handelte sich um eine beidseitige Fraktur nach Radium- und Röntgenbestrahlung eines Kollumkarzinoms. Allmählich folgten weitere Publikationen. Die *Tabelle 1* bringt eine Zusammenstellung aller in der Literatur aufgefundenen Mitteilungen über solche Frakturen. Es ließen sich im ganzen 327 Fälle auffinden, davon 62 doppelseitig, das sind 389 Frakturen. Diesen Fällen aus der Weltliteratur werden nun noch weitere 14 Frakturen bei 12 Patientinnen (in 2 Fällen doppelseitig) der vorliegenden Beobachtung aus der Chirurgischen Universitätsklinik der Charité in Berlin und 7 Frakturen bei 4 Patientinnen und 1 Patient (in 2 Fällen doppelseitig) aus der Chirurgischen Universitätsklinik in Tübingen hinzugefügt.

Die aus dem Krankengut der Berliner Klinik stammenden Frakturen sollen im nachfolgenden mit arabischen, die aus der Tübinger Klinik mit römischen Ziffern gekennzeichnet werden.

Ein Überblick über dieses Schrifttum zeigt, daß die Autoren von Anfang an von der radiogenen Genese dieser Spontanfrakturen überzeugt waren und daß sie den Erstfeststellungen von B a e n s c h in dieser Hinsicht nichts mehr hinzu-

Tab. 1: Zusammenstellung der radiogenen Schenkelhalsfrakturen aus der Weltliteratur*

Jahr der Veröffentlichung	Autor	Zahl der Fälle	davon doppelseitig
1927	Baensch	1	1
1932	Philipp	4	2
1932	Baensch	1	
1933	Schiffbäumer	1	
1934	Kropp	1	
1936	Dalby, Jacox und Miller	14	3
1936	Baclesse und Regaud	3	
1937	Healy und Fratzell	2	
1938	Peck	14	3
1938	Miller und Folsome	21	
1938	Kalyjian	1	1
1938	Costolow	1	
1938	Schmitz	1	
1938	Johnston	2	
1938	Douglas	2	
1940	Batt und Hampton	1 (Penis-Ca)	1
1941	Bauer, K. H.	8	2
1941	Strauss und Mc Goldrick	4	1
1941	Baker	1	
1941	Zöllner	1	
1941	Hight	1 (Penis-Ca)	1
1941	Joennsen	1	
1942	Truelsen	3	1
1942	Slaughter	5	1
1943	Barden	1	
1943	Conzett	1	
1945	Gratzek, Holmstrom, Rigler	13	4
1945	Heymann	1	1
1946	Kulsing und Hanssen	4	1

* Es handelt sich dabei um bestrahlte gynäkologische Karzinome; soweit Ausnahmen feststellbar waren, sind sie in der Tabelle vermerkt.

Jahr der Veröffentlichung	Autor	Zahl der Fälle	davon doppelseitig
1947	Stampfli und Kerr	10	5
1947	Diethelm	1	1
1948	Lefebvre, Le Camus, Kritter	8	2
1949	Balkhausen	1	1
1949	Sommer	2	1
1949	Kritter	8	1
1950	Mc Crorie	10	1
1950	Hess	1	
1952	Buchmann	7	2
1952	Greve	1 (Penis-Ca)	1
1953	Nevinny-Stickel, Mignani	2	2
1953	Kirchhoff und Imholz	14	2
1953	Kok	13	
1953	Rüther	18	5
1953	Birkner	2	
1954	Gemaehlich	6	
1956	Kühne	3	
1956	Baerwolff und Buchhorn	7	
1956	Kaiser	4	
1957	Schnappauf	18	2
1959	Krahnepuhl	3	1
1959	Müller-Stephann	14	
1959	Oelßner, Pfeiffer, Buttenberg	16	3
1960	Drescher	1	
1960	v. Chiari	6	
1960	Kunz	3	
1961	Bickel, Childs und Poretta	19**	5
1962	Bernt	15 (davon 1 Blasen-Ca)	4
		327	62

* 2 Rektum-Karzinome, 1 Beckenmetastase bei Mamma-Ca und 1 gutartiger Tumor.

zufügen hatten. Das Interesse drehte sich zunächst um die Art und Weise des Zustandekommens der Strahlenschädigung und um den Ort ihres Angriffspunktes. Über diese Ergebnisse soll noch berichtet werden. Die Verfasser begnügen sich oft mit der Sammellokalisation „Schenkelhals" und führen nur die Kopfnekrose getrennt an. Es geht aus ihren Ausführungen jedoch als gesichert hervor, daß es sich bei diesen Frakturen in der überwiegenden Zahl um mediale und nicht eingekeilte Frakturen handelt; offenbar keilen durch Mikrotraumen entstehende Spontanfrakturen seltener ein. Die Veröffentlichungen nehmen darauf wenig Bezug. Nach Kaiser handelt es sich immer um eine mediale Schenkelhalsfraktur, wobei die Osteonekrose vorwiegend am oberen Ende des medialen Halsabschnittes mit häufig keilförmiger Gestalt gefunden wird.

Birkner berichtet über einen Fall, bei dem die Fraktur in seiner Sprechstunde ohne einzukeilen auftrat, als die Patientin vom Stuhl aufstand.

Unter den 21 Frakturen im vorliegend gesichteten Krankengut befinden sich 4 eingekeilte und 1 laterale Fraktur.

Verglichen mit den hundertfach häufiger durchgeführten therapeutischen Bestrahlungen der Genitalkarzinome der Frau ohne Schenkelhalsfraktur als Bestrahlungsfolge tritt dieses Ereignis als Komplikation der radiativen Karzinomtherapie verhältnismäßig selten ein. Im Schrifttum fehlen meist Vergleichsangaben über die Häufigkeit der radiogenen Schenkelhalsfraktur in bezug auf die komplikationslos ablaufenden Bestrahlungsbehandlungen; dies wohl, weil die Bestrahlungspatienten aus einem weitesten Einzugsgebiet stammen, während die Frakturen unter den verschiedensten Diagnosen (traumatische Fraktur, pathologische Fraktur wegen Metastase, Arthrosis deformans, Rheumatismus, Ischias usw.) in den Heimatkrankenhäusern behandelt werden und exakte Erhebungen unmöglich sind. Den niedrigsten Hundertsatz bei den Genitalkarzinombestrahlungen fand Hight mit 0,09%, den höchsten gaben Dalby, Jacox und Miller mit 2,9% bekannt. Am häufigsten wird der Prozentsatz mit 1—2% angegeben.

An Hand dieser 344 Fälle aus Literatur und Klinik sollen nun *Genese, Diagnostik* und *Therapie* der radiogenen Schenkelhalsfrakturen nachfolgenden Untersuchungen unterzogen werden.

Genese

Die von Röntgen 1895 entdeckten und vornehmlich im deutschen Kulturkreis auch nach ihm benannten Strahlen sind schon seit langem ein wesentlicher Bestandteil der Heilkunde geworden. 1896 entdeckte Becquerel die Radioaktivität. Auch die Strahlen des 1898 vom Ehepaar Curie entdeckten Radiums und der später entwickelten Isotope haben ihren festen Platz in der Heilkunde gefunden. Röntgen (1901), Becquerel (1903) und das Ehepaar Curie (1903) sind für diese Entdeckung durch die Verleihung des Nobelpreises ausgezeichnet worden.

Die Einführung dieser für das menschliche Auge unsichtbaren und durch die meisten Stoffe hindurchdringenden oder in sie tief eindringenden Strahlen in die Heilkunde bedeutet eine großartige Bereicherung der Möglichkeiten zur Erkennung und Behandlung verschiedenster Krankheiten. Sehr hoch sind aber die Opfer an Gesundheit und Leben, die der Entwicklungsgang der Strahlenheilkunde von der Entdeckung dieser Strahlen bis zu ihrer gegenwärtigen weitestgehend schadlosen Anwendbarkeit heischte. Große Forscher aus der Pionierzeit der Strahlenheilkunde erlitten den Forschertod und die Zahl der in den Anfängen der Strahlenheilkunde durch ungeahnte Überdosierungen zu Schaden gekommenen Kranken ist nicht gezählt.

Bei den Röntgen- und Radiumstrahlen handelt es sich um elektromagnetische Schwingungen von kürzester Wellenlänge, die in der Kurzwelligkeit und damit in der Strahlenhärte, Strahlungsdurchschlagkraft und Strahlenwirkung nur noch von der kosmischen Höhenstrahlung überboten werden. Sie sind die sowohl therapeutisch als auch pathologisch wirksamsten elektromagnetischen Strahlen.

Die Wirksamkeit dieser Strahlen beruht auf ihren physikalischen Eigenschaften. Heute hat die Anwendung der Röntgen- und Radiumstrahlen dank ärztlicher Forschung, dank technischen Fortschrittes und dank gesetzlicher Strahlenschutzbestimmungen ungemein viel von ihrer anfänglichen Gefährlichkeit verloren. Jetzt sind die verträglichen Behandlungsdosen und die möglichen Folgen ihrer Überschreitungen bis auf individuelle Verträglichkeitsunterschiede weitgehend bekannt. Bei schadloser Bestrahlung halten sich Gewebedestruktion und Geweberegeneration die Waage (Rieß-Breitner). Bei manchen Formen der Strahlenbehandlung müssen jedoch aus medizinischen Gründen auch Schädigungen am gesunden Gewebe in Kauf genommen werden. Dies gilt vor allem für jene Krank-

heitsfälle, bei welchen unterhalb der Körperoberfläche gelegene, meist inoperable oder rezidivierende bösartige Geschwülste allein durch die Bestrahlungsbehandlung zerstört werden sollen.

Eine derartige Bestrahlungsbehandlung ist nur erfolgreich, wenn hohe Strahlendosen gewählt werden und über mehreren Körperfeldern bestrahlt wird.

Tumorgewebe ist strahlenempfindlicher als das umgebende gesunde Gewebe, aber die bei der Bestrahlungsbehandlung von Tumoren erforderlichen hohen Dosen ziehen auch die durchstrahlten gesunden Organe in Mitleidenschaft. Die verschiedenen Körpergewebe erweisen sich als unterschiedlich widerstandsfähig. Für Haut und Schleimhäute ist es kennzeichnend, daß nach stärkerer Strahleneinwirkung eine entzündliche Reaktion zustande kommt (z. B. Strahlendermatitis, Strahlenzystitis usw.), die eine Vorstufe der organzerstörenden Wirkung ist. Die Strahlenentzündung ist reversibel und tritt nach Dosen ein, die unterhalb der Toleranzdosis des betreffenden Organs liegen. An den durchstrahlten inneren Organen spielt sich die Strahlenreaktion als ein degenerativer Vorgang ab, der von Regenerationsvorgängen gefolgt sein kann (Kepp). Die Auswirkungen der Strahlen auf Knochengewebe werden nachfolgend noch ausführlich abgehandelt.

Über eine Röntgenstrahlen-Schädigung von Weichteilen ist nach Schnappauf bereits 1896 erstmalig berichtet worden. Experimentell erzielte Perthes 1903 durch Röntgenbestrahlungen Wachstumstörungen an Knochen junger Tiere. Die erste Veröffentlichung eines klinischen Strahlenschadens am reifen Knochen stammt von Regaud. Er beobachtete ihn 1922 am Unterkiefer und prägte für dieses Krankheitsgeschehen die Bezeichnung „Osteoradionekrose". Der ausgereifte Knochen ist lange Zeit als besonders strahlenresistent angesehen worden, bis dann Baensch 1927 die doppelseitige radiogene Schenkelhalsfraktur als Nebenfolge einer Uterusbestrahlung erkannte und veröffentlichte. Nunmehr setzten systematische Forschungen über die Strahlenschädigungen am reifen Knochen ein. Dahl konnte 1935 experimentell nachweisen, daß bei hohen Strahlendosierungen sich Osteoblasten — wie sämtliche an Neubildungen beteiligten Zellen — bedeutend strahlensensibler erweisen als die Osteoklasten. Damit fand das Mißverhältnis zwischen Knochenabbau und Knochenanbau seine Erklärung. Zöllner bestätigte 1941 diese Erkenntnisse. Baensch, Küntscher u. a. betrachteten die Osteoradionekrose als Folge radiativ gestörter Blutzirkulation. Birkner und Mitarbeiter stellten als Strahlenfolgen Störungen und Beziehungen zwischen Mineralhaushalt und Veränderungen im Eiweiß fest. Nach ihren Forschungsergebnissen steigert die Bestrahlung die Permeabilität der Zellgrenzschichten und führt so zu Transmineralisationen.

Adler fand, daß die Strahlen die Zelle am Zellkern schädigen. Frey kam zu dem Ergebnis, daß die Strahlen eine Funktionsminderung der Gefäße durch Schädigung der glatten Muskulatur hervorrufen. Dalby, Jacox und Miller, Okrainetz, Biller, Rüther und Truelsen entdeckten nach Bestrahlungen an den Gefäßen Intimanekrosen und Hyalinisierungen.

Birkner, Frey und Ueberschär berichten 1956 nach Untersuchungen an bestrahlten erwachsenen Meerschweinchen, daß bereits in den ersten Wochen nach der Bestrahlung zu beobachtende Osteozytennekrosen die Hauptursache einer Osteoradionekrose sind. Für das Schicksal des toten Knochens seien die erst viel später manifest werdenden Gefäßveränderungen verantwortlich.

Birkner und Schnappauf erklären in gleicher Weise die bevorzugte Entstehung der Strahlenschädigung im Knochen physikalisch: Die Absorption von Röntgenstrahlen hängt bekanntlich stark von der Ordnungszahl im Periodischen System der Elemente des durchstrahlten Mediums ab; sie ist umso größer, je größer die Ordnungszahl des Elementes und bei Substanzgemischen die effektive Ordnungszahl (Z. Eff.) der in ihm enthaltenen Elemente ist. Eine dosisproportionale Ionisation wird nicht mehr bei jenen Stoffen ausgelöst, deren Ordnungszahl von der effektiven Ordnungszahl (Z. Eff.) der Luft (ca. 7,7) abweicht. Geringfügige und somit zu vernachlässigende Abweichungen entstehen z. B. bei Wasser, Blut und Muskelgewebe. Bei Knochengewebe (Z. Eff. = ca. 15) treten hinsichtlich der im Knochen enthaltenen Salze Kalzium (Z. Eff. = 20; etwa 38 Gewichtsprozent) und Phosphor (Z. Eff. = 15; etwa 18 Gewichtsprozent) erhebliche Abweichungen auf. Bei gleichen in Röntgeneinheiten (r) gemessenen Dosen wird Knochen 6mal stärker belastet als Muskelgewebe, was für die Seitenstreuung und die zur Diagnostik verwendeten Strahlenqualitäten zutrifft.

In der Tab. 2 sind die Absorptionsfaktoren für die therapeutischen gynäkologischen Bestrahlungen zusammengestellt. Diese Absorptionsfaktoren gelten nur für die Gewebe innerhalb des Strahlenkegels; die außerhalb liegenden Gewebe werden von Streustrahlung getroffen, die gewöhnlich weicher ist als die Primärstrahlung und daher größere Absorptionsfaktoren hat. Es gilt als gesichert, daß der Anteil an der Gesamtdosis im Schenkelhals geringer ist als die Primärstrahlung.

Tab. 2 : Energieabsorption/„r" im Gewebe (nach Schön, D.)

	erg/g			*erg/cm³*			
	Fett	Wasser/ Muskel	Knochen	Lunge	Fett	Wasser/ Muskel	Knochen
120 kV (4 mm Al HWS)	57,7	88,4	420	26,5	52,9	88,4	630
200 kV (1,0 Cu HWS)	89,3	94,1	179	28,2	81,8	94,1	268
220 kV (2,0 mm Cu HWS)	95,4	95,1	132,9	28,6	87,4	95,1	199
Ra γ-Strahlung	96,8	93,2	83,5	28,0	88,8	93,2	125
15 MeV Rö	97,6	96,2	91	28,9	89,5	96,2	136,5
Co 60	102,5	99,4	87,9	29,8	93,1	99,4	132

Dichte: Lunge = 0,3 g/cm³; Fett = 0,916 g/cm³; Knochen = 1,5 g/cm³

Die Strahlenschädigung wirkt sich *histologisch* an der harten Knochensubstanz, am zelligen Anteil des Knochens, den Osteozyten, Osteoblasten und Osteoklasten, und an den Blutgefäßen aus. Demnach findet man im histologischen Bild Osteoporose, aseptische Osteonekrose, Markfibrose, völliges Fehlen der Osteoblasten mit fehlender regenerativer Osteogenese, Verminderung der Osteoklasten, Osteozytennekrosen, Degeneration und Hyalinisierung der Gefäße.

wobei die Obliteration der Venen gegenüber den Arterien vorwiegt. Die zahlreichen Untersuchungsergebnisse sind recht unterschiedlich, es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß sie verschiedenen Stadien der Osteoradionekrose entstammen und daß sie nach recht unterschiedlichen Strahlendosierungen erhoben worden sind. Bei den Fällen V und VII der Tübinger Klinik ist bei der Schenkelhalsnagelung Knochengewebe zur histologischen Untersuchung gewonnen worden. Bei Fall VII handelt es sich um eine frische Fraktur, $11^1/_2$ Monate nach Bestrahlungsbeginn. Es fanden sich innerhalb von regelrecht aufgebautem Knochen mit gut anfärbbaren Knochenzellen einige Stellen mit kleinen Nekrosen. Die Spongiosaräume waren schmal und enthielten lockeres Bindegewebe. Beim zweiten Fall (Fall V) war die Fraktur 26 Monate nach Bestrahlungsbeginn aufgetreten und das Knochenstückchen 2 Monate nach Feststellung der Fraktur und nach 2 Monaten Bettruhe zur Untersuchung entnommen worden. Hier lagen teilweise nekrotisch gewordene Knochenstückchen vor, in welchen eine Kernfärbung der Knochenzellen nicht mehr erzielt werden konnte. Zum anderen Teil fand sich auch neugebildeter Knochen. Die Spongiosaräume waren weit und enthielten vereinzelt Rundzellen, hin und wieder auch Leukozyten.

Das *Röntgenbild* kann auf Grund dieser histopathologischen Veränderungen bei den radiogenen Frakturen nichts wirklich Charakteristisches bieten (Dörffel). Die Frakturzeichen werden innerhalb von aseptischen Osteonekrosen und Osteoporosen (Kompaktschwund mit Abbau von innen) gefunden, ohne daß es für die Radiogenese dieses nekrotisierenden und porotisierenden Geschehens typische röntgenologische Anzeichen geben würde. Man ist bei der Diagnostizierung der Radiogenese weitgehend auf die anamnestisch vorausgegangene Bestrahlung und die mehr oder weniger spontane Entstehung der Frakturen angewiesen.

An Hand des Schrifttums darf als gesichert angesehen werden, daß die Röntgen- und Radiumbestrahlung im Knochengewebe hauptsächlich

1. über die Schädigung der Gefäße und
2. über die Schädigung besonders der Osteoblasten zu Osteonekrosen führen.

Wegen dieser Gefäßschädigung ist *im Schenkelhals* das Anastomosengebiet zwischen den Kapillaren des Kopfes (A. obturatoria) und des medialen Halses (A. glutea caud.) strahlenanfälliger als die übrigen knöchernen Anteile des Hüftgelenkes.

Wesentlich ist für die Diagnose „radiogene Schenkelhalsfraktur", daß die Porose auf den Schenkelhals beschränkt ist und nicht das gesamte Hüftgelenk befallen hat. Wie schon berichtet, beschreibt Kaiser, daß die Osteonekrose vorwiegend am oberen Rande des medialen Halsabschnittes mit häufig keilförmiger Gestalt gefunden wird. Nach Kaiser stellt sich die Osteoradionekrose oft in einem linearen Frakturspalt dar, der meist senkrecht zur Schenkelhals-

achse und im medialen Abschnitt liegt. Porose und Nekrose gehen ohne scharfe Begrenzung in das gesunde Knochengewebe über. Dadurch werden sie differentialdiagnostisch gegen Metastasen oder Primärtumoren abgegrenzt, die besonders am Schenkelhals und ohne Nachweis am übrigen Knochensystem äußerst selten sind; da Metastasen und Primärtumoren aber nicht immer scharf abgegrenzt zu sein brauchen, bleiben differentialdiagnostische Fehldeutungen im Bereich des Möglichen.

Ausmaß der Strahlenresorption und Empfindlichkeitsgrad der verschiedenen Gewebe sind in kein Behandlungsschema zwängbar, sind individuell verschieden und zu ihrer Feststellung gibt es noch keinen Test. Während die Gewebezerstörung mit genau dosierbaren Strahlenmengen gelenkt werden kann, hängt die Erneuerung von der nicht meßbaren Lebenskraft des ganzen Körpers zur Zeit der Bestrahlung ab.

Zu den bösartigen Geschwülsten, die mit Strahlen behandelt werden, gehören auch die Genitalkarzinome der Frau. Die Bedeutung der Strahlentherapie bei der Behandlung dieser Karzinome ist groß und überragt die der operativen Maßnahmen, obwohl sich letztere für bestimmte Indikationsgebiete behauptet haben.

Das *Vulvakarzinom* wird durch Vulvektomie oder Vulvelektrokoagulation und Lymphadenektomie mit Vor- und Nachbestrahlung behandelt. Alleinige Strahlentherapie kommt nur bei echten Frühdiagnosen und solchen Fällen in Betracht, deren Allgemeinzustand jeden chirurgischen Eingriff verbietet.

Das *Vaginalkarzinom* ist eine Domäne der Strahlenbehandlung.

Beim *Kollumkarzinom* halten sich Stadium I, bei welchem die Karzinomausbreitung auf den Entstehungsort begrenzt bleibt, die Ergebnisse der operativen Therapie (Wertheim, Schauta, Meigs) mit Nachbestrahlung und die der reinen Strahlenbehandlung die Waage. Im Stadium II mit Karzinomabsiedlung in die regionären Lymphdrüsen zeitigt die alleinige Strahlenbehandlung bereits bessere Erfolge und im Stadium III, in welchem das Karzinom auf die Beckenwand und Vagina übergreift, und erst recht im Stadium IV mit Blasen-Rektum-Befall und Fernmetastasen ist sie die Methode der Wahl.

Beim *Korpuskarzinom* wird wiederum der chirurgischen Behandlung der Vorzug eingeräumt, und zwar wird beim reinen Korpuskarzinom unter Mitnahme der Adnexe lediglich totalexstirpiert, bei Mitbefall des Kollums nach Wertheim oder Schauta operiert. Zur Sicherheit sind Nachbestrahlungen allgemein üblich.

Das *Ovarialkarzinom* ist das bösartigste gynäkologische Karzinom und wird außerdem meistens erst spät entdeckt. Es wird immer operativ und radiativ behandelt, wobei vielfach das Netz mitreseziert wird und die Bestrahlung auch den Oberbauch erfaßt, weil stets bereits mit Metastasen in den regionären Lymphwegen gerechnet werden muß.

Zu den bei der Behandlung der Genitalkarzinome üblichen Zusatzmaßnahmen ist im vorliegenden Zusammenhang lediglich darauf hinzuweisen, daß die Zytostatika nur wenig nützen, bei wirksamen Dosierungen das hämatopoetische System und die regenerativen Vorgänge der Kallusbildung bei Knochenbrüchen aber schädigen, und daß die Substitution mit Hormonen, Vitaminen und Fermenten zu den Allgemeinmaßnahmen bei der Behandlung aller geriatrischen Leiden gehört.

Die Bestrahlungsbehandlung wird mit Röntgenstrahlen, Radium- oder Kobaltstrahlen oder mit Strahlen anderer künstlicher Isotope durchgeführt.

Die *Röntgentherapie* erfolgt nach der klassischen Stehfeldermethode (Tiefentherapie, Halbtiefentherapie, Siebbestrahlung) und nach der Methode der Bewegungsbestrahlung (Pendel- oder Konvergenzbestrahlung) und der Supervolttherapie (Co 60, Betatron). Mit diesen Methoden gelingt es, mehr oder weniger genügend hohe Herddosen in die Tiefe zu bringen und die ionisierenden Strahlen unter weitgehender Schonung des gesunden Gewebes in der Geschwulst optimal zu konzentrieren.

Wie aber in der Chirurgie die bloße Karzinomexstirpation einen unzureichenden Eingriff darstellt und die Resektion des Karzinoms möglichst weit im Gesunden angestrebt werden muß, ebenso wenig kann die gynäkologische Strahlentherapie auf die Miterfassung des reellen und potentiellen Ausbreitungsgebietes des Karzinoms verzichten. Damit werfen sich die Fragen nach der optimalen Karzinomdosis und der höchstmöglichen Schonung der regenerativen und resorptiven Funktion des zwar gefährdeten aber noch gesunden Nachbargewebes auf. Diese Fragen nach der Strahlenelektivität werden gelöst

a) durch zeitliche Aufteilung der Dosis,

b) durch örtliche Aufteilung der Einfallsfelder (Kreuzfeuerbestrahlung — Bewegungsbestrahlung = bewegte Einfallsfelder) und

c) durch Änderung der Strahlenqualität (Röntgen- und Radiumstrahlen).

Bei der *Radiumtherapie* werden die Radiumpräparate mit oder ohne Filter in direkten Kontakt mit dem zu behandelnden Gewebe gebracht (Kontakttherapie). Dies geschieht entweder durch direkte Auflage des Radiums oder durch Einspießung von Radiumnadeln in das Gewebe (Radiumspickung, Radiumpunktur).

Die intrakavitäre Anwendung des Radiums ist in der gynäkologischen Strahlentherapie die häufigste. Sie erfolgt vom Uteruskavum oder von der Scheide aus und stellt sowohl eine Kontakttherapie als auch eine Kurzdistanztherapie dar.

Die Kurzdistanztherapie ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Zwischenschicht von weniger als 3 cm Dicke Moulage oder Schwammgummi, oder auch Gewebe) zwischen radioaktiver Substanz und zu bestrahlendem Karzinom eingefügt wird.

Von Telecurietherapie wird gesprochen, wenn aus Abständen von 3,5 cm bis 10 cm bestrahlt wird. Hierzu werden Radiumkanonen verschiedenen Kalibers, die mit 1 bis 10 g Radium beschickt sind, benützt. Die sogenannte Kobaltbombe ist dabei, die Radiumkanone zu verdrängen, da sie wesentlich höhere Intensitäten zu liefern vermag. Die Telecurietherapie entspricht in ihrer Wirkungsweise je nach den gewählten Bedingungen entweder der Bestrahlung mit Hochvoltröntgentherapie-Anlagen oder der Bestrahlung mit energiereichen Strahlen (Betatron).

Zur radiativen Therapie werden auch Abkömmlinge der Thoriumreihe, wie Mesothorium oder Thorium X verwendet. Auch die Einlagen von Kobalt-60-Perlen und Radiumkugeln sind vielfach üblich.

Daß trotz aller Vorsichtsmaßnahmen in der vom Karzinom mit Sicherheit noch nicht erfaßten Umgebung schwerwiegende Strahlenschäden auftreten können, beweisen u. a. die radiogenen Schenkelhalsfrakturen. Die bei den 21 Frakturen der vorliegenden Studie angewandten Behandlungsmethoden sind aus den *Tabellen 3 a* (Berliner Krankengut) und *3 b* (Tübinger Krankengut) ersichtlich.

Aus diesen Bestrahlungsanamnesen geht hervor, daß sowohl bei alleiniger Röntgenbestrahlung (Frakturen 1, 2, 3, 7, 9, III) als auch bei kombinierter Röntgen- und Radiumbestrahlung (Frakturen 4, 5, 6, 8, 10, 11, 14, I, II, IV, V, VI, VII) und bei kombinierter Radium- und Kobaltbestrahlung (Frakturen 12, 13) radiogene Schenkelhalsfrakturen aufgetreten sind. Frakturen nach alleiniger Radium- und Kobaltbestrahlung sind nicht darunter.

Nur bei den Frakturen II und IV ging eine Pendelkonvergenzbestrahlung voraus, in allen anderen Fällen wurde eine Stehfelderbestrahlung durchgeführt.

Die Durchschnittsdauer zwischen Bestrahlungsbeginn und röntgenologischer Feststellung der Fraktur beträgt bei den Fällen der Berliner Klinik 25 Monate oder ca. 2 Jahre, wobei die kürzeste Dauer 5 Monate und die längste 58 Monate oder 4,8 Jahre gewesen ist. In Tübingen läßt sich eine Durchschnittsdauer von 30 Monaten, also 2,5 Jahren, errechnen; die kürzeste Dauer beträgt 11 Monate, die längste 60 Monate oder 5 Jahre. Diese Zahlen sind arithmetisch und logarithmisch annähernd normal verteilt, soweit eine Beurteilung bei der geringen Anzahl der Fälle überhaupt möglich ist.

Als Gesamtoberflächendosis wurden bei den beobachteten Frakturen an der Berliner Klinik seit 1957 17 400 r und 5150 bis 6270 mgeh gewählt. Zuvor war die Dosierung unterschiedlich; Fraktur 2 erhielt 51 400 r und Fraktur 4 4000 r und 6270 mgeh. An der Tübinger Klinik wurde unterschiedlich bestrahlt, die höchste Oberflächendosis beträgt 17 600 r, die niedrigste 6582 r. Bei der Radiumtherapie wurden ebenfalls verschiedene Dosen appliziert, die zwischen 6320 und 2200 mgeh liegen.

Bei der Verteilung der Bestrahlung auf Einzelfelder könnte man erwarten, daß durch die Wahl von Trochanter- und Leistenfeldern der Schenkelhals infolge der Direktbestrahlung am ehesten geschädigt wird. Unter den 21 Frakturen sind jedoch nur 3 über das Trochanterfeld (Frakturen 1, 7 und III) und 1 auch über das Leistenfeld (Fraktur 2) bestrahlt worden. Fraktur 3 (Leistendrüse mit histologisch gesicherter Malignität bei unbekanntem Primärtumor) wurde nur über das Leistenfeld allein bestrahlt. Somit sind 16 von 21 Frakturen ohne Trochanter- oder Leistenfeldbestrahlung entstanden und alleinige Folge der Streustrahlung.

Tab. 3a: Bestrahlungsanamnesen der Berliner Fälle

Laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Patientin	E. L.	L. D.	H. K.	F. H.	L. U.	H. D.	E. H.	S. K.	E. B.	H. D.	A. K.	K. St.	K. St.	E. Ca.
Bestrahlungsjahr	1953	1951	1958	1957	1957	1957	1954	1957	1959	1957	1957	1958	1958	1957
Frakturjahr	1954	1954	1958	1958	1958	1958	1958	1959	1960	1960	1960	1959	1960	1961
FHA (cm)	50	40	40	50 HT	50	50	50	50	50	50	50	45	45	50
Filter (mm Cu)	0,5	0,5	1,0	0,5	2,0	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	HT 8 cm	HT 8 cm	1,0
Feldgröße (cm)	10×15	10×15	10×15	3,5×7	10×15	10×15	10×15	10×15	10×15	10×15	10×15	10×13	10×13	10×15
KV	200	200	200	200	250	200	200	200	200	200	200	Co 400	Co 400	200
Gesamt OD in r	29 400	51 400	9 800	4000 HD	17 400	17 400	21 800	17 400	17 400	17 400	17 400	Telekobalt 8160 r	Telekobalt 8160 r	21 400
ED	200	200	200	200 HD	200	200	200	200	200	200	200	170	170	200
Gesamtdosis/Feld	4000	3800	5000	4000 HD	4000	4000	3000	4000	4000	4000	4000	2040	2040	5000
/Unterbauch	re. u. li.	re., li., mitt.	—	li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	—	—	—	—
/Gesäß	re. u. li.	re. u. li. oben re. u. li. unten	—	—	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.
/Trochanter	re. u. li.	—	—	—	—	—	re. u. li.	—	—	—	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.	re. u. li.
/Leiste	—	re. u. li. + je 4800	li.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
/Suprainguinal	—	—	li. (4800)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
/Kreuzbein	×	×	—	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—
/Damm	1400 r	×	—	—	1400	1400	800	1400	1400	1400	—	—	—	—
/Vaginal.-Nahfeld	n. Chauol 30 000 r	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1400	—	—	1400
Zeitliche Verteilung (Dammfeld)	2 tgl. (6 tgl.)	4 tgl. (4 tgl.)	tgl. (—)	tgl. (—)	2 tgl. (6 tgl.)	2 tgl. (6 tgl.)	2 tgl. (6 tgl.)	2 tgl. (6 tgl.)	2 tgl. (6 tgl.)	2 tgl. (6 tgl.)	2 tgl. (6 tgl.)	2 tgl.	2 tgl.	2 tgl. (6 tgl.)
Radium mgeh ED	—	—	—	3300 2970	2750 2400	3200 3000	—	2750 2700	—	3200 3000	2500 3000	2800 3150	2800 3150	2800 5300
„ Gesamtdosis	—	—	—	6270	5150	6200	—	5450	—	6200	5500	5950	5950	8100

FHA = Fokus-Haut-Abstand
KV = Kilovolt
OD = Oberflächendosis
ED = Einzeldosis
mgeh = Milligrammelementstunden

Tab. 3b: Bestrahlungsanamnesen der Tübinger Klinik

Laufende Nr.	I	II		III				IV	V — IV	VI — II	VII
Patientin	E. R.	E. S.		P. P.				E. K.	E. K.	E. S.	R. W.
Bestrahlungsjahr	1954	1953	1957	1956 April	1956 September	1957 Juli	1959 Mai	1959	1959	1953/1957	1961
Frakturjahr	1957	1958		1959				1961	1962	(1959?) 1962	1962
Bestrahlungsart	Stehfeld	Stehfeld	Pendel-konvergenz	Stehfeld	Stehfeld	Stehfeld	Stehfeld	Stehfeld		Stehfeld Pendel-Konvergenz	Stehfeld
FHA (cm)	40	40	HT 12,0	40	40	40	40	40			40
Filter (mm Cu)	0,5	0,5	0,35	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5			0,5
Feldgröße (cm)	10/15	10/15	3,5/7	8/10	8/10	10/15	10/15	10/15			10/15
KV	230	185	250	180	200	200	180	180			180
Gesamt OD in r	6580 EFD + 2400 OD	1840	8000 HD	2400	5400	5000	4800	12 000			12 000
ED	123,8 EFD	460	200 HD	200	200	200	200	200			200
Gesamtdosis/Feld	1485 EFD	460	4000 HD	1200	re. 1200 li. 1000	1000	1600	3000			3000
/Unterbauch	re. u. li.	re. u. li.	—	—	—	—	—	re. u. li.			re. u. li.
/Gesäß	re. u. li.	re. u. li.	—	—	—	—	—	re. u. li.			re. u. li.
/Parametrien	—	—	re. u. li.	—	—	—	—	—			—
/Blase ventral	—	—	—	re.	re. u. li.	re. u. li.	—	—			—
/Blase dorsal	—	—	—	re.	re. u. li.	re. u. li.	—	—			—
/Vulva-Damm	640	—	—	—	1000	1000	—	—			—
/Oberschenkelhals	—	—	—	—	—	—	vorn hinten seitlich	—			—
/Vaginales Nahfeld	2400	—	—	—	—	—	—	—			—
Zeitliche Verteilung (Dammfeld)	tgl. (2 tgl.)	2 tgl.	tgl.	2 tgl.	5 tgl. (tgl.)	5 tgl. (tgl.)	3 tgl.	tgl.			tgl.
Radium mgeh ED	2040 2040	— —	2160 2160 2000	— —	— —	— —	— —	1000 1200			1800 1200
Radium mgeh Gesamtdosis	4080	—	6320	—	—	—	—	2200			3000

FHA = Fokus-Hautabstand
KV = Kilovolt
OD = Oberflächendosis
HD = Herddosis
ED = Einzeldosis
mgeh = Milligrammelementstunden
HT = Herdtubus-Abstand
EFD = Einfalldosis

Bei den Frakturen 6 und 10, 12 und 13, II und VI, sowie bei den Frakturen IV und V handelt es sich um vier Patientinnen mit beidseitig entstandener Schenkelhalsfraktur. Fraktur 10 trat um 22 Monate später auf als die erste (Fraktur 6), Fraktur 13 entstand 16 Monate später als Fraktur 12, Fraktur VI kam um 41 Monate später zur röntgenologischen Feststellung als Fraktur II und Fraktur V wurde 6 Monate nach Fraktur IV gesichert, ohne daß nach den Erstfrakturen weitere Bestrahlungen erfolgt wären.

Ein Zusammenhang zwischen Bestrahlungsdosis und Zeitspanne bis zum Auftreten der Fraktur läßt sich nicht finden. So trat z. B. die Fraktur 2 nach 33 Monaten bei einer Gesamtoberflächendosis von 51 400 r auf und die Fraktur 10 bei nur 17 400 r nach 35 Monaten.

Völlig ungeklärt ist es auch noch, wieso bei der symmetrischen Unterbauchbestrahlung die Frakturen verhältnismäßig selten beidseitig auftreten; im vorliegenden Krankengut 2mal unter 12 Patientinnen der Berliner Klinik und 2mal unter 5 Kranken der Tübinger Klinik.

Schließlich sei aber noch darauf hingewiesen, daß die Strahlenwirkung allein wohl nicht zum Schenkelhalsbruch führt. Sicherlich spielen alle jene Umstände, welche die Entstehung traumatischer Brüche begünstigen, auch beim radiogenen Schenkelhalsbruch eine Rolle. Dazu gehören der im Klimakterium veränderte, zu Osteoporosen führende Hormonhaushalt (Kaiser), die Phylogenese und Statomechanik des Schenkelhalses sowie die Ehrenberg-Bürgersche Biorheuse und Biomorphose (H. Koschitz-Kosic). Diese Faktoren gewinnen jedoch bei der Bestrahlung infolge der Osteoblasten- und Gefäßschädigung an Bedeutung. Wie beim traumatischen Schenkelhalsbruch das Trauma, ist beim radiogenen die Strahlenwirkung das ursächliche aber nicht alleinige Entstehungsmoment. Der gewünschte Bestrahlungserfolg stellt das Gleichgewicht zwischen der physikalisch bedingten Gewebedestruktion und der biologisch bedingten Geweberegeneration dar, während die unerwünschten Bestrahlungsfolgen eben die Zeichen eines Mißverhältnisses zwischen Destruktion und Regeneration verkörpern, aber besonders vom Allgemeinzustand des Körpers zum Zeitpunkt der Bestrahlung abhängig sind.

Diagnose

Die *Diagnose* stützt sich auf

1. die Anamnese (therapeutische Bestrahlung mit Röntgen- oder radioaktiven Strahlen eines in der Umgebung gelegenen Malignoms, meist eines gynäkologischen Karzinoms),
2. das Unfallgeschehen (meist pathologische Spontanfraktur),
3. den Ausschluß von Metastasen oder eines Primärtumors im gebrochenen Schenkelhals) und
4. auf das Röntgenbild (Osteonekrose, Osteoporose).

Therapie

Nunmehr sollen die *Therapie* und ihre Ergebnisse an Hand der 14 radiogenen Schenkelhalsfrakturen (12 Patientinnen) der Berliner Klinik und der 7 Osteoradionekrosen (4 Patientinnen, 1 Patient) der Tübinger Klinik untersucht werden. In großen Zügen bringen die *Tabellen 4 a und b* einen Überblick über diese Frakturen. Einzelheiten werden in Form von Krankengeschichtsauszügen und Röntgenabbildungen im Anhang gebracht.

Von den 12 Berliner Patientinnen sind 6 nach Aufforderung zur Nachuntersuchung erschienen, 1 gab schriftlich Auskunft, 1 nur konservativ behandelte Patientin ist 5 Monate nach Klinikentlassung auswärts an hypostatischer Pneumonie verstorben (Sektionsbericht liegt vor) und 1 hat sich auf das Anschreiben nicht gemeldet, doch liegt ein poliklinischer Nachuntersuchungsbefund vor. 1 Kranke verstarb an der Klinik und 2 wurden erst kürzlich beschwerdefrei aus der Klinik entlassen. Somit sind von allen 12 Patientinnen der Berliner Klinik Nachuntersuchungsergebnisse vorhanden.

Von den 5 Tübinger Kranken sind 3 zur erbetenen Nachuntersuchung erschienenen und 2 befinden sich noch in stationärer Behandlung.

Die Übersichtsdarstellung in den Tabellen Nr. 4 a und b und die im Anhang vorgelegten Krankenblattauszüge überblickend kann festgestellt werden, daß sich die chirurgische Therapie mit der Nagelung auch radiogen entstandener Schenkelhalsfrakturen trotz der Strahlenschädigung des Knochengewebes bewährt hat.

Von den genagelten 12 Frakturen der Berliner Klinik ging nur eine (Fraktur 1) in eine Pseudarthrose über. Aber auch in diesem Falle wirkte die Nagelung wenigstens in palliativem Sinne günstig. Die Kranke, die mit Rücksicht auf ihr damaliges Alter von 71 Jahren eine operative Behandlung der Pseudarthrose ablehnte, weil sie auch mit gelockertem Nagel weiterhumpeln konnte,

Tab. 4a: Epikritische Übersicht der Berliner Fälle

Laufende Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Patientin	E. L.	L. D.	H. K.	F. H.	L. U.	H. D.	E. H.	S. K.	E. B.	H. D.	A. K.	K. St.	K. St.	E. C.
Alter in Jahren bei Bestrahlungsbeginn	69	47	57	58	60	67	50	62	54	67	48	59	59	64
Gynäkologische Diagnose	Collum-Ca.	Corpus-Ca.	Metastase	Collum-Ca.	Collum-Ca.	Collum-Ca.	Corpus-Ca.	Portio-Ca.	Collum-Ca.	Collum-Ca.	Collum-Ca.	Collum-Ca.	Collum-Ca.	Collum-Ca.
Zeitraum zwischen Bestrahlungsbeginn und röntgenol. Feststellung der Fraktur in Monaten	6	33	5	15	22	13	58	29	11	35	41	15	33	34
Schleichende Entstehung	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Geringfügiges Trauma	×	—	—	—	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Art der Schenkelhalsfraktur	medial	medial	eingekeilt	Kopfnekrose Impressionsfraktur	medial eingekeilt	medial (rechts)	medial Kopfnekrose eingekeilt	medial	medial	medial (links)	medial eingekeilt	medial (links)	medial (rechts)	medial Halsnekrose
Gesamtdosis der Radiumstrahlen in mgeh	∅	∅	∅	6270	5150	6200	—	5450	—	6200	5500	5950	5950	8100
Gesamtdosis der Röntgenstrahlen in r	29 400	51 400	9 800	4000	17 400	17 400	21 800	17 400	17 400	17 400	17 400	Telekobalt 8100 r	Telekobalt 8100 r	21 400
Therapie der Fraktur	Nagelung	Nagelung	konservativ	1 Nagel bis ins Becken	2 Nägel, einer bis ins Becken	2 Nägel bis ins Becken	1 Nagel bis ins Becken	Nagelung	Nagelung	1 Nagel bis ins Becken	Bettruhe Drahtextens.	Nagelung auswärts)	Nagelung	2 Nägel bis ins Becken
Nachuntersuchung in Monaten	76	63	5	2	18	14	17	12	1	3	5	7	2	1
Ergebnis	m	y	y	y	p	m	z	p	m	m	n	p	p	Exitus letalis (Bronch. Pneumon.)

Tab. 4b: Epikritische Übersicht der Tübinger Fälle

Laufende Nr.	I	II	III	IV	V	VI	VII
Patientin	E. R.	E. S.	P. P.	E. K.	E. K.	E. S.	R. W.
Alter in Jahren bei Bestrahlungsbeginn	34	48	55	54	54	48	60
Gynäkologische Diagnose	Collum-Ca.	Portio-Ca.	Blasen-Ca.	Corpus-Ca. + Pseudomuzinkystom des re. Ovars		Portio-Ca.	Corpus-Ca.
Zeitraum zwischen Bestrahlungsbeginn und röntgenologischer Feststellung der Fraktur in Monaten	37	19	40	20	26	60	11
Schleichende Entstehung	+	+	+	+	+	+	+
Geringfügiges Trauma	+	+	+	—	—	—	—
Art der Schenkelhalsfraktur	medial	medial (rechts)	lateral	subkapital (rechts)	medial (links)	medial (links)	medial
Gesamtdosis der Radiumstrahlen in mgeh	4080	6320	∅	2200	2200	6320	3000
Gesamtdosis der Röntgenstrahlen in r OD	8980 EFD	8000 HD	17 600	12 000	12 000	8000 HD	12 000
Therapie der Fraktur	2 Nägel	1 Nagel	1 Nagel	1 Nagel	1 Nagel bis ins Becken	Gehstützapparat in Arbeit	1 Nagel
Nachuntersuchung in Monaten	60	39	33	14	2	—	2
Ergebnis	y	p	m	p	n	m	n

Sehr gut = p
Leichte Ermüdbarkeit = y
Humpelnder Gang am Stock = m
Hinkender Gang durch Verkürzung = z
Gehunfähigkeit = n

wurde durch die schließliche Synostosierung von Trochanter major und Beckenschaufel bei Beinverkürzungsausgleich durch orthopädischen Schuh mit ihren 76 Jahren wieder leidlich gehfähig und völlig schmerzfrei. Auch ihr wurde durch die Nagelung das gefährliche Krankenlager auf 5 Wochen verkürzt.

Von den 6 genagelten Frakturen der Tübinger Klinik ging eine (Fraktur II) in eine Pseudarthrose über. Es entsand eine Kopfnekrose, wobei das Schenkelhalsfragment mit dem oberen Pfannendachrand nach Zurücktreibung des Nagels eine gelenkähnliche Verbindung eingegangen ist. Das Bein ist voll belastungsfähig.

Eine Patientin (Fraktur 14) verstarb 5½ Wochen nach der Doppelnagelung. Sie war bereits 2 Monate vor der Operation bis zur völligen Desorientiertheit psychotisch, konnte aber durch Propapheninmedikation psychisch wiederhergestellt werden. Schon während der Drahtextension entstand über dem Kreuzbein ein Dekubitus. Postoperativ verschlechterte sich der Allgemeinzustand therapeutisch unbeeinflußbar, es entwickelten sich Harnblaseninkontinenz, blutende Geschwüre im Rektum (vermutlich als Bestrahlungsfolgen), Dekubitus über dem Kreuzbein, Kreislaufschwäche mit Ödemen und terminal eitrige Tracheobronchitis und Bronchopneumonie. Der bereits präoperativ schlechte Allgemeinzustand der Patientin ließ nicht erwarten, daß sie die lange Liegezeit einer konservativen Behandlung überleben könnte, weshalb die Nagelung erfolgte.

Die Durchschnittsdauer der Bettruhe nach der Nagelung betrug an der Berliner Klinik 5 bis 6 Wochen. Ausgenommen ist davon Fraktur 6; diese Frau konnte wegen Blasen- und Mastdarmstörungen, Beckenvenenthrombose und Thrombophlebitiden das Bett ein halbes Jahr lang nicht verlassen.

An der Tübinger Klinik betrug die Dauer der Bettruhe nach der Nagelung im Durchschnitt 8 Wochen. Ausgenommen sind davon die Frakturen V und VII (beide Patientinnen befinden sich noch in stationärer Behandlung und führen Bewegungsübungen im Bett durch) und Fraktur VI, die bisher noch nicht behandelt worden ist. Eine Patientin (Fraktur I) mußte wegen Lockerung der Nägel (Doppelnagelung) und Adduktionsstellung der Fraktur zusätzlich nach der ersten Nagelentfernung nach 6 Monaten mit einem Abduktionsbeckengips Bettruhe einhalten.

Der Wert der Nagelung liegt in der Verkürzung der Liegezeit. Maßgeblich für die Erfolgsbeurteilung ist allein die erzielte Gebrauchsfähigkeit des Hüftgelenkes und nicht die radiographisch festgestellte Konsolidierung, weil die radiogenen Frakturen nur spät oder auch gar nicht völlig knöchern konsolidieren.

Bei den Berliner Fällen ist noch kein Nagel entfernt worden. Bei den Tübinger Kranken wurden bei Fraktur I die beiden Nägel zweizeitig wegen Herausrutschens entfernt. Die Fraktur ist knöchern fest verheilt.

Eingekeilte radiogene Schenkelhalsfrakturen sollen im Unterschied zu den traumatischen genagelt werden, sobald sich radiographisch der Verdacht erhebt, daß der Schenkelkopf beteiligt sein könnte. Offenbar ist bei Strahlenschädigung von Hals und Kopf die Einkeilung nicht besonders fest, jedenfalls waren die Hüftgelenke der beiden Fälle (Frakturen 5 und 7) aus der vorliegenden Beobachtung in keiner Weise belastungsfähig und sind es erst durch die Nagelung wieder geworden. Daß aber eingekeilte radiogene Schenkelhalsfrakturen mit nicht strahlengeschädigtem Schenkelkopf auch konservativ erfolgreich behandelt werden können, zeigen Fraktur 3 und 11, die nach 3- bzw. 9wöchiger Bettruhe mit dem Aufstehen beginnen konnten.

Daß auch bei der operativen Behandlung der radiogenen Schenkelhalsfrakturen die wichtigen prä- und postoperativen geriatrischen, atemgymnastischen und gymnastischen Maßnahmen nicht vernachlässigt werden dürfen, bedarf keiner weiteren Erwähnung.

Im Schrifttum findet man bei den Autoren Einstimmigkeit darüber, daß auch der strahlengeschädigte Schenkelhalsknochen, wenn er bricht, am zweckmäßigsten mit der Nagelung zu behandeln ist. Fragwürdig und unentschieden bleiben die Meinungen über die geeignetste Behandlungsart des Strahlenschadens im Schenkelhals, bevor klinisch und im Röntgenbild ein Knochenbruch erkennbar geworden ist, also über die vorbeugende Behandlung des erst zu erwartenden strahlenschadenbedingten Schenkelhalsbruches. Im allgemeinen werden für die vorbeugende Behandlung bei bekanntem Strahlenschaden Bettruhe und Ruhigstellung über mehrere Monate mit unterstützenden Gaben von Vitamin D und Kalkpräparaten sowie von anabolen Wirkstoffen empfohlen. Chiari u. a. halten wiederum die völlige Ruhigstellung mit dem damit verbundenen Funktionsausfall für ungünstig und treten für vorsichtige Belastung des Schenkelhalses im Stützapparat oder bei ansonsten kräftigen Patientinnen auch im Whitmanschen Beckengehgips ein. Oelßner und Mitarbeiter ziehen, wenn die konservative Behandlung nicht zu Symptomfreiheit führt, die prophylaktische Nagelung in Erwägung. Es handelt sich dabei aber stets nur um Meinungsäußerungen, um Ansichten und Empfehlungen, deren Richtigkeit mit schon vorliegenden Behandlungsergebnissen noch nicht belegt ist. Eigene Beobachtungen fehlen in dieser Hinsicht, weil alle Kranken mit bereits entstandenem Bruch zur chirurgischen Behandlung in die Klinik eingewiesen worden waren.

Bernt berichtet über die Anwendung der Judet-Plastik bei 8 radiogenen Schenkelhalsfrakturen, wodurch die Patienten nach drei bis vier Wochen wieder gehfähig wurden. Bei 4 von den so operierten Kranken mußte die Prothese nach einem Jahr wegen Lockerung und Gehbeschwerden wieder entfernt werden.

Unter dem Krankengut der Berliner und Tübinger Kliniken findet sich keine Anwendung der Judet-Plastik bei radiogenen Schenkelhalsfrakturen.

Aus dem Krankengut der eigenen Beobachtung sind die Behandlungsergebnisse der Frakturen 5, 6, 14 und I hervorzuheben. Diese Frakturen sind mit zwei Nägeln versorgt worden. Die Indikation dazu war bei Fraktur 5 die beginnende Knopfnekrose, bei Fraktur 6 die völlige nekrotische Auflösung des Schenkelhalses, bei Fraktur 14 die ausgedehnte Nekrose, die zu Verkürzung des Halses und Abkippen des Kopfes nach kaudal geführt hatte und bei Fraktur I die distale Lage des ersten Nagels im Schenkelhals bei der Operation.

Eine Beurteilung der funktionellen Ergebnisse nach Doppelnagelung und ein Vergleich mit den Ergebnissen nach einfacher Nagelung ist an Hand der vorliegenden Fälle nicht möglich oder würde ein falsches Bild ergeben, weil den doppelgenagelten Frakturen zu sehr unterschiedliche Befunde zugrunde liegen (Kopfnekrose, Ausdehnung der Osteolyse). Es kann aber gesagt werden, daß diese Patientinnen in Anbetracht der Osteolyse dank der Doppelnagelung nach K. H. Bauer wieder gehfähig geworden sind. Die Kranke mit Fraktur 14, die 5½ Wochen nach der Nagelung verstorben ist, befand sich präoperativ in einem Allgemeinzustand, der nicht erwarten ließ, daß sie die lange Liegezeit einer konservativen Behandlung aushalten könnte. Bei Fraktur I entwickelte sich infolge der Nagellockerung eine Adduktionsstellung, die mit einem Abduktionsgipsverband und 6 Monate Bettruhe behandelt wurde. Die Fraktur heilte schließlich knöchern, die Patientin ist bei leichter Ermüdbarkeit gut gehfähig.

Den Doppelnagelungen nach K. H. Bauer liegen folgende Überlegungen zugrunde: Sinn und Zweck der Nagelung sind die völlige Ruhigstellung der Bruchstücke an den Bruchflächen, damit sich dort der Kallus ungestört entwickeln kann, und die Ermöglichung baldzeitiger Belastung des Hüftgelenkes. Dies setzt voraus, daß der Nagel in beiden Bruchstücken unverrückbar eingekeilt ist und es auch bei Bewegungen des Hüftgelenkes bleibt. Diese Voraussetzungen fehlen bei Kopfnekrosen und bei weitgehender Destruktion des Halses. Sind Kopf oder Hals durch den Strahlenschaden bereits fortgeschritten porotisch und nekrotisch, dann findet der Nagel ungenügenden Halt. Durch Belastung und Bewegungen des Schenkelhalses können bei ungenügender Festigkeit des den Nagel umgebenden Knochengewebes Rotations- und Torsionsbewegungen zustandekommen, die ihrerseits zu Fräswirkungen und Kallusquetschungen führen (Küntscher). Liegen jedoch zwei solche Nägel parallel nebeneinander, dann sind Torsions- und Rotationsbewegungen nicht gut möglich und die Aussichten auf eine völlige Ruhigstellung und erhöhte Belastungsfähigkeit entsprechend größer. Bewährt hat es sich außerdem, daß die Nägel durch das Pfannendach bis ins Becken geschlagen werden, weil das Knochengewebe des ungeschädigten Pfannendaches den Halt

der Nagelenden bedeutend erhöht, ohne daß Schädigungen der Beckenweichteile dabei zur Beobachtung gelangt wären.

In den vorliegenden Beobachtungen wurden bei den Frakturen 4, 5, 6, 7, 10, 14 und V die Nägel durch das Pfannendach ins Becken geschlagen.

Diskussion

Ein abschließender Überblick über das ausgewertete Krankengut und die Mitteilungen im zugänglichen Schrifttum läßt zur Beurteilung von Genese, Diagnose und Therapie der radiogenen Schenkelhalsfrakturen folgende Feststellungen treffen und zur Diskussion stellen:

1. Die radiogenen Schenkelhalsfrakturen sind Frakturen, die auf dem Boden radiativ geschädigten Knochengewebes als pathologische Frakturen entstehen.

2. Fördernd auf ihr Zustandekommen wirken die ungünstigen statomechanischen Verhältnisse des Schenkelhalses und die physiologische senile Porose des Knochengewebes (hormonell bedingte Entkalkungsosteopathien, Biorheuse, Biomorphose).

3. Sie stellen Nebenfolgen therapeutischer Röntgen-, Radium- oder Kobaltbestrahlungen außerhalb des Schenkelhalses und Schenkelkopfes gelegener bösartiger Geschwülste dar.

4. Im allgemeinen handelt es sich dabei um gynäkologische Karzinome. Als Ausnahme fanden sich im untersuchten Krankengut eine strahlenbehandelte Sarkommetastase in der Leistenbeuge bei unbekanntem Primärtumor und ein Blasenkarzinom bei einem männlichen Patienten; im Schrifttum fanden sich 3 bestrahlte Peniskarzinome und 1 Blasenkarzinom, sowie 2 Rektumkarzinome, 1 Lymphosarkom, 1 Beckenmetastase bei Mamma-Ca und 1 gutartiger Tumor.

5. Zu ihrer Verifizierung ist der Ausschluß von Metastasen oder eines primären Malignoms im Schenkelhals- und Schenkelkopf unerläßlich.

6. Sie entstehen vorwiegend schleichend als Folge chronischer Mikrotraumen, bedingt durch das Körpergewicht der Kranken. Nur selten und zufällig verursachen auch anamnestisch greifbare Traumen diese Frakturen.

7. Meist gehen ihrer Manifestation unklare ziehende Schmerzen in Hüfte und Bein wochen-, ja monatelang voraus. Diese Beschwerden sind auch schon unter Fehldiagnosen mit Röntgenstrahlen behandelt worden.

8. Auch die ausgebildete Fraktur kann oft erstaunlich schmerzarm sein und die Gehfähigkeit noch längere Zeit erhalten bleiben.

9. Bei Kontrolluntersuchungen vorbestrahlter Patienten verdient die Möglichkeit, daß sich eine radiogene Fraktur anbahnt oder in stummer Form bereits vorliegt, hohe Beachtung.

10. Die Frakturen entwickelten sich im Durchschnitt des vorliegenden Krankengutes beider Kliniken 27½ Monate nach Beginn der Bestrahlungsbehandlung.

Extreme Ausnahmen können jedoch vorkommen, wie z. B. im gesichteten Krankengut Fraktur 7 mit 58 Monaten und Fraktur 3 mit 5 Monaten.

11. Ihre Häufigkeit im Vergleich mit den komplikationslos bestrahlten Genitalkarzinomen wird im Durchschnitt mit etwa 1—2% angegeben, die Literaturangaben darüber schwanken zwischen 0,09 und 2,9%.

12. Im Weltschrifttum ließen sich 327 Fälle, davon 62 mit doppelseitigen Frakturen finden. Das Krankengut aus der Chirurgischen Universitätsklinik der Charité in Berlin setzt sich aus 12 Fällen, davon 2 mit doppelseitigen Frakturen zusammen. Unter dem Krankengut der Chirurgischen Universitätsklinik in Tübingen fanden sich 5 Fälle, davon ebenfalls 2 mit Doppelseitigkeit der Frakturen. Das sind insgesamt 344 Fälle; davon sind 66 Fälle doppelseitig, was im ganzen 410 Frakturen ausmacht.

13. Im vorliegenden Krankengut der Berliner Klinik ist keine Patientin mit Radium allein bestrahlt worden. Nur 1 Patientin wurde mit Kobalt- und Radiumbestrahlung behandelt, 5 mit Röntgenbestrahlung allein und 6 mit Röntgen- und Radiumbestrahlung kombiniert. Alle Röntgenbestrahlungen wurden nach der Stehfeldmethode durchgeführt, nur bei Fraktur 4 ging eine Pendel-Konvergenz-Bestrahlung voraus.

Von den Tübinger Patienten wurde keine mit Radium allein behandelt. 4 Patientinnen erhielten kombinierte Radium- und Röntgentherapie. Bei der Fraktur III handelt es sich um einen männlichen Patienten, der wegen eines Blasenkarzinoms mit alleiniger Röntgentiefentherapie behandelt wurde. Bei Fraktur II wurde eine Pendel-Konvergenz-Bestrahlung angewandt, die übrigen Patienten wurden nach der Stehfeldmethode bestrahlt.

14. Es ist allgemein gesichert, daß der Strahlenschaden hauptsächlich von den weicheren Röntgenstrahlen herrührt, weil diese vom Knochen stärker absor-

biert werden als die härteren Radium- und Kobaltstrahlen. Man verzichtet heute auf die weiche Strahlung, weil man Kobalt- und ultraharte Röntgenstrahlen (Betatron) hat.

15. Die Toleranzdosis am Schenkelhals ist arithmetisch genau nicht bestimmbar, da sie weitgehend vom Allgemeinzustand, vom Gewicht (Fettleibigkeit) und von der zahlenmäßig nicht faßbaren biologischen Kraft der Patientin abhängig ist. Sie wird mit 3000—6000 r angesetzt, wobei die Absorptionsfaktoren eine große Rolle spielen; je weicher die Strahlung ist, um so geringer ist die Höhe der schädigenden Dosis anzunehmen.

16. Der Strahlenschaden stellt den Ausdruck eines Mißverhältnisses zwischen radiativ gesetzter Knochendestruktion und dem biologischen Regenerationsvermögen des strahlengeschädigten Knochens dar.

17. Bei den radiogenen Schenkelhalsfrakturen handelt es sich in der bei weitem überwiegenden Zahl um mediale Schenkelhalsbrüche, die nur ganz selten fest eingekeilt sind. Der Rest verteilt sich auf isolierte Kopfradionekrosen und den ganzen Hals umfassende Frakturen.

18. Histologisch tut sich der Strahlenschaden durch Osteoporose, aseptische Nekrose, Markfibrose, Fehlen der Osteoblasten und Degeneration und Obliteration der Gefäße, vorwiegend der Venen, kund.

19. Die Schädigung wirkt sich auf die Osteoblasten selektiv gegenüber den Osteoklasten aus. Die Hauptursache der Osteoradionekrosen ist die schon frühzeitig zu beobachtende Osteozytennekrose. Verantwortlich für das Zustandekommen der Fraktur wird die viel später manifestierte Gefäßveränderung gemacht.

20. Die mitgeteilten histologischen Befunde der Osteoradionekrosen sind in manchem unterschiedlich, je nach der Strahlendosis und dem Stadium, in dem die Untersuchung erfolgte.

21. Die häufige Lokalisation im medialen Halsbereich und auch im Schenkelkopf läßt sich damit erklären, daß dort die Anastomosen zwischen A. glutea caudalis (Schenkelhalsversorgung) und A. obturatoria (Ramus acetabularis, Kopfversorgung) gelegen sind und der Strahlenschaden über die Schädigung der kapillären Gefäße zustandekommt.

22. Die *Diagnose* wird gestellt:

a) Auf Grund der Anamnese, nach welcher therapeutische Röntgen-, Radium- oder Kobaltbestrahlung der Fraktur vorangegangen sein muß,
b) auf Grund des symptomarm und vorwiegend schleichend entstandenen Knochenbruches,
c) durch das Röntgenbild, in welchem neben den Zeichen der Fraktur Osteoporose und Osteonekrose gefunden werden müssen, die fließend in gesund erscheinendes Knochengewebe übergehen und
d) durch differentialdiagnostischen Ausschluß von Metastasen oder eines primären Malignoms, die im Röntgenbild zur Umgebung schärfer abgegrenzt zu sein pflegen.

23. Als *Therapie* kann grundsätzlich die Nagelung als am zweckentsprechendsten angesehen werden. Ihr überragender Wert liegt in der Verkürzung der Liegezeit, wodurch den meist bereits betagten Kranken die Gefahren der Thrombose, der hypostatischen Pneumonie usw. gemindert werden können.

24. Der Wert der Nagelung erleidet dadurch keinen Abbruch, daß diese Frakturen nur spät oder auch gar nicht völlig knöchern konsolidieren. Maßgeblich ist nicht die radiographisch feststellbare Konsolidierung, sondern die erzielbare klinische Beschwerdefreiheit und Gehfähigkeit.

25. Eingekeilte Frakturen sollen im Unterschied zu den traumatischen genagelt werden, sobald sich radiographisch der Verdacht erhebt, daß der Schenkelkopf am radionekrotischen Geschehen beteiligt sein könnte.

26. Bei strahlenungeschädigtem Schenkelkopf erweist sich die konservative Behandlung der eingekeilten Frakturen als ausreichend.

27. Wird die Strahlenschädigung im Schenkelhals festgestellt, bevor die Fraktur entstanden ist, dann soll dem Schrifttum nach Ruhigstellung im Beckengipsverband im allgemeinen zur Prophylaxe der Frakturentstehung genügen; eigene Beobachtungen fehlen.

28. Bei fortgeschrittenen Osteoradionekrosen, die bereits auch den Kopf erfaßt haben, bewährt sich zur Behandlung der Fraktur die Nagelung mit 2 parallel eingeschlagenen Nägeln. Diese Doppelnagelung nach K. H. Bauer verhindert die Rotations- und Torsionsbewegungen, die zustandekommen und zu Fräswirkungen und Kallusquetschungen führen können, wenn nur ein Nagel im porotischen und nekrotischen Knochengewebe keinen genügend festen Halt findet.

29. Die Stabilität der Hüfte wird erhöht, wenn diese beiden Nägel durch das Pfannendach arthrodetisch bis in das Becken vorgetrieben werden (etwa 1 cm).

30. Die allgemeinen geriatrischen, atemgymnastischen und gymnastischen Maßnahmen verdienen prä- und postoperativ gewissenhafte Beachtung.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Veröffentlichung wird das Krankheitsgeschehen der radiogenen Schenkelhalsfrakturen geschildert. Das Krankheitsbild wird definiert. Den Untersuchungen werden 12 Fälle des Krankengutes der Chirurgischen Universitätsklinik der Charité in Berlin, 5 Fälle des Krankengutes der Chirurgischen Universitätsklinik in Tübingen zugrunde gelegt und dabei auf 327 im Schrifttum vorgefundene Fälle Bezug genommen. Nach Hinweisen auf die geschichtliche Entwicklung der Erfassung dieses Krankheitsbildes wird die Genese der radiogenen Frakturen erörtert. Besprechungen der histologischen und röntgenologischen Bilder leiten über zur Darstellung der Diagnostik. Therapie und Behandlungsergebnisse werden durch Nachuntersuchungen der 21 Frakturen abgehandelt und mit den Krankengeschichtsauszügen belegt. 22 Röntgenabbildungen, 3 Tabellen vervollständigen die Ausführungen.

In der Beurteilung der Ergebnisse wird hervorgehoben, daß auch der radiogen bedingte Schenkelhalsbruch durch Nagelung zu versorgen ist, weil der klinisch erzielbare Erfolg befriedigt. Die Liegezeit gegenüber der konservativen Behandlung wird wesentlich verkürzt. In Fällen mit ausgedehnter Nekrotisierung hat sich die Doppelnagelung bewährt.

Eine in 30 Leitsätzen zusammengefaßte Diskussion beschließt diese Erörterungen.

ANHANG

Auszüge aus den Krankengeschichten, Nachuntersuchungsbefunde und Epikrisen der 12 Berliner Patienten:

Fraktur 1, E. *L.*, geb. 7. 8. 1884, 76 Jahre alt.
1953 Carcinoma colli uteri mit 69 Jahren.
Bestrahlung vom 23. 9. bis 27. 11. 1953.

Rö.-Beckenübersichts-Aufnahme vom 8. 9. 1953 ergibt altersbedingte Knochenveränderungen, keine Metastasen. Kombinierte Rö.-Tiefen- und Nahbestrahlung. Unter Tiefentherapiebedingungen wurden 8 Felder bei FHA von 50 cm, Feldgröße 10 × 15 cm mit insgesamt 29.400 r an der Oberfläche bestrahlt. Davon erhielt das Dammfeld fraktioniert 1400 r, die übrigen Felder je 4000 r. ED pro Feld 200 r. Täglich wurden 4 bzw. 3 Felder bestrahlt, das Dammfeld nur jeden 3. Turnus. Gleichzeitig erhielten die Parametrien rechts und links 15mal eine Nahbestrahlung nach Chaoul, ED 2000 r = insgesamt 30 000 r.

Beschwerdefreiheit bis März 1954, dann zunehmend ziehende Schmerzen in der rechten Hüfte.

10. 4. 1954, 6 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer rechtsseitigen *radiogenen medialen, nicht eingekeilten Schenkelhalsfraktur* (Rö.-Abb. 1)*.

21. 4. 1954; geschlossene *Nagelung* mit Sven-Johansson-Nagel. Gute Nagellage. 5 Wochen Bettruhe.

9. 6. 1954; ausgezeichnete Gehfähigkeit, Klinikentlassung bei subjektiver Beschwerdefreiheit.

5. 5. 1955; seit kürzerer Zeit Gehbeschwerden. Rö.: Dislokation, Nagellockerung (Rö.-Abb. 2).

5. 7. 1956; seit 2 Monaten Zunahme der Gehbeschwerden. Rö.: Pseudarthrose (Rö.-Abb.3).

10. 8. 1960; Patientin erscheint zur erbetenen *Nachuntersuchung* erstaunlich beschwerdefrei, gibt nur für besondere Belastungen Beschwerden an. Rö.: Synostose zwischen Trochanter major und Beckenschaufel (Rö.-Abb. 4). Es besteht eine Beinverkürzung von 5—6 cm, die durch einen orthopädischen Schuh ausgeglichen wird.

Epikrise: Es handelt sich um eine rechtsseitige mediale, nicht eingekeilte, radiogene Schenkelhalsfraktur nach symmetrischer therapeutischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Röntgenstrahlen. Sie entstand schleichend 6 Monate nach Bestrahlungsbeginn. Trotz Nagelung kam es nicht zum Stillstand des destruierenden Knochenprozesses; es entwickelten sich Nagellockerung, Trochanterhochstand bis zur Horizontallage des Nagels und Pseudarthrose. Schließlich synostosierten aber Trochanter major und Beckenschaufel. Dadurch wurde die Patientin am Stock schmerzfrei gehfähig. Die Beinverkürzung wurde durch orthopädischen Schuh ausgeglichen. Obwohl die knöcherne Heilung des Bruches ausblieb, hatte die Nagelung im Hinblick darauf, daß die betagte Patientin nur

* Röntgenabbildungen 1—22 und Legenden nach S. 47.

5 Wochen bettlägerig zu sein brauchte und schließlich mit 76 Jahren fast beschwerdefrei gehfähig geworden ist, im Sinne einer Palliativmaßnahme einen guten therapeutischen Erfolg.

Fraktur 2, L. *D.*, geb. 29. 10. 1904, 56 Jahre alt.

1951 Carcinoma corporis uteri mit 47 Jahren.

Bestrahlung vom 17. 9. 1951 bis 11. 1. 1952 und vom 10. 6. bis 1. 8. 1952.

Unter Tiefentherapiebedingungen wurden 11 Felder bei FHA von 40 cm, Feldgröße von 10 × 15 cm, mit insgesamt 51 400 r an der Oberfläche bestrahlt. Dabei erhielt jedes Feld 3800 r, das rechte und linke Leistenfeld in der Zeit vom 10. 6. bis 1. 8. 1952 zusätzlich je 4800 r fraktioniert. ED pro Feld 200 r. Die Felder wurden 4täglich bestrahlt, die Nachbestrahlung der Leistenfelder erfolgte 2täglich.

Beschwerdefreiheit bis Ende 1953, dann zunehmend ziehende Schmerzen in der linken Hüfte bis der Gang Anfang 1954 nur noch am Stock möglich wurde.

Im Mai 1954, 33 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer linksseitigen *radiogenen medialen, nicht eingekeilten Schenkelhalsfraktur*, anschließend Nagelung in auswärtigem Krankenhaus. Nach 4 Monaten beginnende Pseudarthrosenbildung.

20. 4. 1955; *Nagelentfernung* und neuerliche (geschlossene) *Nagelung* in der Charité mit Sven-Johansson-Nagel. Gute Nagellage. 9 Wochen Bettruhe.

29. 6. 1955; gutes Gehvermögen, Klinikentlassung, beschwerdefrei. Rö. (15. 6. 1955): Guter Nagelsitz, knöcherne Überbrückung des Bruchspaltes.

1957 Lockerung und Herausrücken des Nagels, *Nagelentfernung*, *neuerliche Nagelung*, seither beschwerdefrei.

26. 7. 1960; *Nachuntersuchung:* Gang auf ebenem Boden beschwerdefrei. Beim Treppensteigen und längeren Wegstrecken leichte Ermüdbarkeit. Die Beweglichkeit im linken Hüftgelenk ist hochgradig eingeschränkt, das Becken macht die Bewegungen weitgehend mit. Rö.: Knöcherne Heilung des Bruches mit nekrobiotischen Veränderungen im Bereich des Gelenkes (Rö.-Abb. 5).

Epikrise: Es handelt sich um eine linksseitige radiogene mediale, nicht eingekeilte Schenkelhalsfraktur nach symmetrischer therapeutischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Röntgenstrahlen, die 33 Monate nach Bestrahlungsbeginn auftrat und erst nach der dritten Nagelung zur knöchernen Heilung des Bruches führte. Zweimal lockerte sich der Nagel und mußte durch einen neuen ersetzt werden, weil beide Male erhebliche Gehstörungen aufgetreten waren. Jetzt ist die Patientin nahezu beschwerdefrei, der Gang ist auf ebenem Boden sicher und ohne Stock, im Hüftgelenk finden sich jedoch röntgenologisch nekrobiotische Veränderungen. 9 Wochen Bettruhe.

Fraktur 3, H. *K.*, geb. 11. 6. 1901, 57½ Jahre alt.

1958 Metastase in der linken Leistenbeuge bei unbekanntem Primärtumor mit 57 Jahren.

Bestrahlung vom 4. 3. bis 24. 4. 1958.

Rö.-Beckenübersichts-Aufnahme vom 17. 2. 1958 ergibt keinen Anhalt für osteodestruktiven Prozeß.

Unter Tiefentherapiebedingungen wurden bei FHA von 40 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, das linke Inguinalfeld mit 5000 r und das linke Suprainguinalfeld mit 4800 r an der Oberfläche

fraktioniert bestrahlt. ED pro Feld 200 r. Die Felder wurden täglich bestrahlt, und zwar vom 4. 3. bis 5. 4. 1958 inguinal, vom 26. 3. bis 24. 4. 1958 suprainguinal.

Beschwerdefreiheit bis 10. 7. 1958, an welchem Tag akut und ohne bekanntes Trauma heftigste Hüftschmerzen links aufgetreten sind.

28. 7. 1958, 5 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer linksseitigen *radiogenen, durch den ganzen Schenkelhals verlaufenden eingekeilten Schenkelhalsfraktur.*

Konservative Behandlung mit 3 Wochen Bettruhe, worauf das linke Hüftgelenk frei beweglich wurde.

27. 8. 1958; gute Gehfähigkeit, nur bei längerer Belastung bestehen noch geringe Schmerzen im linken Hüftgelenk. Klinikentlassung.
Rö. (21. 8. 1958): Unveränderte Frakturstellung.

2. 1. 1959; Rö.: Fraktur in unveränderter Stellung, durch periostale Kallusbildung überbrückt. Die Patientin befindet sich wegen Venenthrombose in auswärtiger stationärer Behandlung.

20. 1. 1959; Exitus letalis.

Sektionsbefund: Todesursache ist hypostatische Pneumonie. Die Schenkelhalsfraktur ist ausgeheilt. Keine Knochenmetastasen. In den Becken- und Oberschenkellymphknoten Sarkommetastasen ohne auffindbaren Primärtumor.

Epikrise: Es handelt sich um eine linksseitige radiogene, durch den ganzen Schenkelhals ziehende, eingekeilte Schenkelhalsfraktur nach nur linksseitiger therapeutischer Bestrahlung einer Leistendrüsenmetastase bei unbekanntem Primärtumor. Die Patientin wurde nach 3 Wochen Bettruhe gehfähig und die Fraktur heilte aus. Der Tod der Frau steht mit der Schenkelhalsfraktur in keinem ursächlichen Zusammenhang. Patientin verstarb am 20. 1. 1959 an hypostatischer Pneumonie.

Fraktur 4, F. *H.*, geb. 15. 5. 1899, 60 Jahre alt.
1957 Carcinoma colli uteri mit 58 Jahren.

Bestrahlung vom 26. 8. bis Ende September 1957. Radium- mit anschließender Bewegungsbestrahlung.

26. 8. 1957; erste Radiumeinlage intrakorporal und präzervikal von insgesamt 110 mge für 30 h = 3300 mgeh.

17. 9. 1957; zweite Radiumeinlage von insgesamt 110 mge für 29 h = 2970 mgeh. Nach 3wöchiger Pause Bewegungsbestrahlung des linken Unterbauchfeldes bei FHA von 50 cm, Feldgröße 3,5 × 7 cm, mit insgesamt 4000 r OD fraktioniert. ED 200 r. Die Bestrahlung erfolgte täglich.

Beschwerdefreiheit bis Juni 1958, von da an zunehmende Beschwerden beim Gehen in der linken Hüfte.

22. 8. 1958; Rö.: Im Bereich beider Schenkelhälse unauffällige durchgehende Knochenstrukturen. Keine radiogene Schädigung nachweisbar.

20. 11. 1958; Schonhaltung der linken Hüfte. Patientin geht am Stock. Rö.: *Radiogene Impressionsfraktur* des linken Femurkopfes, fleckige Porose des ganzen Femurkopfes, 15 Monate nach Bestrahlungsbeginn.

15. 3. 1959; Gehunfähigkeit, Beinverkürzung links, bei Belastung sehr starke Schmerzen.

23. 3. 1959; Rö.: Schwere Osteoradionekrose des linken Schenkelkopfes. Berstung des Kopfes und Destruktion der kranialen Anteile der Hüftgelenkspfanne. Dadurch steht der linke Oberschenkel etwas höher als der rechte.

7. 7. 1959; geschlossene *Nagelung* mit Sven-Johansson-Nagel bis in die Gelenkpfanne. Gute Nagellage.

14. 7. 1959; Patientin wird in den Sessel gesetzt.

30. 7. 1959; 3 Wochen nach der Nagelung, vorsichtige Aufstehversuche.

30. 8. 1959; nur noch leichte Schmerzen in der linken Hüfte bei Belastung. Rö. (21. 8. 1959): Gute Stellung des Nagels, der Gelenkspalt erscheint etwas verwaschen.

23. 9. 1959; letzte Vorstellung in der Chirurgischen Poliklinik der Charité. Patientin klagt noch über Beschwerden beim Gehen in der linken Hüfte und Kreuzschmerzen.

April 1960; der Aufforderung zur *Nachuntersuchung* kam Patientin nicht nach und füllte auch den ihr zugesandten Fragebogen nicht aus.

Epikrise: Es handelt sich um eine linksseitige radiogene Impressionsfraktur bei Schenkelkopfnekrose. Die Patientin wurde wegen eines gynäkologischen Karzinoms nur linksseitig röntgenbestrahlt und erhielt intrakavitär Radiumeinlagen. Die Fraktur entstand 15 Monate nach Bestrahlungsbeginn. Die Nagelung, welche die Gelenkpfanne miterfaßte, führte zu Gehfähigkeit. Die Patientin ist zur aufgeforderten Nachuntersuchung nicht erschienen, weshalb über die 4 Wochen nach der Klinikentlassung in der Poliklinik angegebenen Kreuzschmerzennicht ausgesagt werden kann, ob sie auf die Kopfnekrose oder auf ein gynäkologisches Tumorrezidiv zu beziehen sind. 3 Wochen Bettruhe.

Fraktur 5, L. *U.*, geb. 21. 1. 1897, 63½ Jahre alt.

1957 Carcinoma colli uteri mit 60 Jahren.

Bestrahlung 15. 3. bis 5. 7. 1957.

Kombinierte Radium- und Röntgentiefentherapie.

15. 3. 1957; erste Radiumeinlage von insgesamt 110 mge intrakorporal und präzervikal für 45 h = 4950 mgeh.

3. 4. 1957; zweite Radiumeinlage von insgesamt 100 mge für 24 h = 2400 mgeh. Nach 5wöchiger Pause wurden unter Tiefentherapiebedingungen 5 Felder bei FHA von 50 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, mit insgesamt 17 400 r an der Oberfläche bestrahlt. Davon erhielt das Dammfeld fraktioniert 1400 r, die übrigen Felder je 4000 r. Täglich wurden 3 bzw. 2 Felder bestrahlt, das Dammfeld nur jeden 3. Turnus. ED pro Feld 200 r.

Beschwerdefreiheit bis Herbst 1958. Seitdem beim Gehen Schmerzen in der rechten Hüfte. Im November 1958 kam es bei ungeschicktem Auftreten zu einem „Knacks" im rechten Bein. Die Schmerzen verstärkten sich, Patientin konnte noch einige Wochen lang am Stock laufen, mußte aber dann im Bett liegen. Sie wurde außerhalb ambulant zunächst wegen Ischias behandelt.

8. 1. 1959; 22 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer rechtsseitigen *medialen, eingekeilten Schenkelhalsfraktur durch Strahlenschädigung.* (Rö.-Abb. 6).

27. 1. 1959; geschlossene *Nagelung* mit Sven-Johansson-Nagel bis ins Becken. Ein zweiter Nagel wurde zur Sicherung bis an die Gelenklinie des Schenkelhalskopfes etwas ventral und kaudal vom ersten Nagel eingetrieben. Gute Nagellage.

26. 3. 1959; 8 Wochen nach der Nagelung, erste Gehversuche.

17. 6. 1959; bei Gehfähigkeit am Stock mit leichten Schmerzen Klinikentlassung. Rö. (8. 6. 1959): Gute und unveränderte Nagellage. Zunahme von endostaler Kallusbildung.

20. 7. 1960; Patientin erscheint zur *Nachuntersuchung*. Sie kann das Bein seit kurzer Zeit nach der Klinikentlassung beschwerdefrei belasten. Rö.: Gute Stellung der Frakturfragmente, nur geringe Dislokation (Rö.-Abb. 7). Bei langer Belastung gering ermüdbar.

Epikrise: Es handelt sich um eine rechtsseitige radiogene, eingekeilte mediale Schenkelhalsfraktur nach symmetrischer therapeutischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Radium- und Röntgenstrahlen. Die Fraktur entstand 22 Monate nach Bestrahlungsbeginn. Wegen völliger Gehunfähigkeit und Zeichen beginnender Osteoradionekrose im Schenkelkopf wurden zwei Nägel über den Kopf hinaus eingeschlagen, einer davon bis ins Kleine Becken. Die Patientin wurde bis auf eine leichte Ermüdbarkeit beschwerdefrei gehfähig, das Hüftgelenk ist kaum in der Bewegung eingeschränkt. 8 Wochen Bettruhe.

Fraktur 6, H. *D.*, geb. 1. 1. 1890, 70½ Jahre alt.

1957 Carcinoma colli uteri mit 67 Jahren.

Bestrahlung vom 3. 5. bis 5. 8. 1957.

Rö.-Beckenübersichtsaufnahme vom 14. 5. 1957 ergibt keinen Anhalt für Knochenmetastasen. Radium- mit anschließender Rö.-Tiefenbestrahlung. 3. 5. 1957 erste Radiumeinlage intrakorporal und präzervikal von insgesamt 160 mge für 20 h = 3200 mgeh. 25. 5. 1957 zweite Radiumeinlage intrakorporal und präzervikal von insgesamt 120 mge für 25 h = 3000 mgeh. 17. 6. 1957 Beginn der Röntgentiefentherapie. Es wurden 5 Felder bei FHA von 50 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, mit insgesamt 17 400 r an der Oberfläche bestrahlt. Davon erhielt das Dammfeld fraktioniert 1400 r, die übrigen Felder je 4000 r OD. ED pro Feld 200 r. Es wurden täglich 2 bzw. 3 Felder bestrahlt, das Dammfeld nur jeden 3. Turnus.

Beschwerdefreiheit bis 30. 5. 1958, dann beginnende Gehbeschwerden (nach 13 Monaten). Rö: Strukturauflockerung im Bereich des *rechten* Schenkelhalses, die zu einer *medialen, nicht eingekeilten Fraktur* geführt hat. *Radionekrose.*

13. 1. 1959; Patientin ist seit einem halben Jahr bettlägerig. Das rechte Hüftgelenk ist kaum beweglich, starke Schmerzen. Rö: Die radiogenen Nekrosen haben zur völligen Auflösung des gesamten Schenkelhalses geführt. Übriges Becken unauffällig.

5. 2. 1959; geschlossene *Nagelung* mit 2 Sven-Johansson-Nägeln, wobei der mediale Nagel 2 cm durch die Gelenkpfanne in das Becken hineinragt, der laterale Nagel die Gelenkpfanne um ca. ½ cm überragt. Gute Nagellage.

18. 7. 1959; Patientin kann erst heute erstmalig wegen schwerer und hartnäckiger Thrombophlebitiden das Bett verlassen. Beginn mit Gehübungen, 26 Wochen nach der Nagelung.

24. 9. 1959; Patientin kann sich ohne fremde Hilfe mit einem Stock sicher fortbewegen. Klinikentlassung.

Rö (22. 9. 1959): Der Frakturspalt ist noch einsehbar aber verwaschen. Beginnende Kallusbildung. Unveränderte Nagellage.

20. 4. 1960 erneute stationäre Aufnahme wegen *frischer radiogener Schenkelhalsfraktur links.*

Rö (rechter Schenkelhals): Frakturspalt noch immer zu erkennen, geringgradig mehr sklerosiert als am 22. 9. 1959. Keine völlige Konsolidierung. Der obere Nagel steht heute fast so tief wie der untere Nagel, die Fragmentstellung ist unverändert.

Epikrise: Siehe Fraktur 10 (linksseitige Fraktur).

Fraktur 7, E. *H.*, geb. 12. 1. 1904, 56½ Jahre alt.

1954 Carcinoma corporis uteri mit 50 Jahren.

Bestrahlung vom 22. 11. 1954 bis 5. 1. 1955.

Rö.-Übersichtsaufnahme des Beckens ergibt keinen Anhalt für osteolytischen Prozeß, keine Metastasen (Rö.-Abb. 8).

Rö.-Tiefenbestrahlung von 8 Feldern bei FHA von 50 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, mit insgesamt 21 800 r OD. Davon erhielt das Dammfeld fraktioniert 800 r, die übrigen Felder je 3000 r. ED pro Feld 200 r. Es wurden täglich 4 bzw. 3 Felder bestrahlt, das Dammfeld wurde nur jeden 3. Turnus belastet.

18. 11. 1957; Rö: Am knöchernen Beckenskelett kein krankhafter Befund. *Beschwerdefreiheit.*

30. 9. 1958; Patientin klagt über Beschwerden in der rechten Hüfte beim Gehen.

1. 10. 1958, 58 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer rechtsseitigen *radiogenen medialen eingekeilten Schenkelhalsfraktur.* Mäßiger Trochanterhochstand (Rö.-Abb. 9).

15. 1. 1959; Rö: Die radiogenen Nekrosen nehmen zu bis in den Kopf hinein, so daß der Hals weitgehend aufgelöst ist. Kein Anhalt für Metastasen (Rö.-Abb. 10).

12. 2. 1959; geschlossene *Nagelung* mit Sven-Johansson-Nagel bis in die Gelenkpfanne hinein. Gute Nagellage. Trotz Einstauchung klafft der Bruchspalt noch etwas.

10. 5. 1959, 11 Wochen nach der Nagelung, beginnt Patientin mit Gehübungen.

14. 5. 1959; Rö: Gute Fragmentstellung, ausreichende Kallusbildung. Leidliche Gehfähigkeit am Stock. Klinikentlassung. Auf ebener Unterfläche ist die Patientin auch schon ohne Stock gehfähig.

29. 3. 1960; poliklinische Untersuchung, Patientin klagt über leichte Gehbeschwerden. Rö: Unveränderte Stellung der Fragmente, unveränderte Nagellage, Frakturspalt noch deutlich nachweisbar, *wahrscheinlich beginnende Pseudarthrosenbildung* (Rö-Abb. 11 und 12).

20. 7. 1960; Patientin erscheint zur Nachuntersuchung. Sie hinkt etwas, geht aber ohne Stock. Nur bei längerer Belastung treten leichte Schmerzen im rechten Oberschenkel und der rechten Hüfte auf. Seit der Nagelung bestehen auch in der linken Hüfte Schmerzen beim Gehen. Rö: Frakturspalt durch endostale Kallusbildung verwaschen. Am linken Hüftgelenk außer arthrotischen Erscheinungen kein pathologischer Befund (Rö.-Abb. 13).

Epikrise: Es handelt sich um eine rechtsseitige radiogene, mediale eingekeilte Schenkelhalsfraktur nach symmetrischer Strahlentherapie eines gynäkologischen Karzinoms mit Röntgenstrahlen, die 58 Monate nach Bestrahlungsbeginn auftrat. Die Nagelung führte zu knöcherner Heilung. Diese war etwas verzögert und im Rö.-Bild drohte die Entstehung einer Pseudarthrose, die bei Belastung schließlich nicht entstand. Die Patienten geht jetzt nur weite Strecken mit dem Stock und leichte Schmerzen entstehen erst bei längerer Belastung des Hüftgelenkes. Nur geringe Bewegungseinschränkung in der rechten Hüfte trotz bis ins Becken eingetriebenen Nagels. 11 Wochen Bettruhe.

Fraktur 8, S. *K.*, geb. 5. 4. 1895, 65 Jahre alt.

1957 Carcinoma portionis colli uteri mit 62 Jahren.

Bestrahlung vom 14. 2. bis 9. 4. 1957.

Kombinierte Radium- und Röntgentiefenbestrahlung.

14. 2. 1957; erste Radiumeinlage intrakorporal und intrazervikal von insgesamt 110 mge für 25 h = 2750 mgeh.

18. 2. 1957; Beginn mit der Rö.-Tiefentherapie. Es wurden 5 Felder bei FHA 50 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, mit insgesamt 17 400 r an der Oberfläche bestrahlt. Davon erhielt das Dammfeld fraktioniert 1400 r, die übrigen Felder je 4000 r. ED pro Feld 200 r. Täglich wurden 2 bzw. 3 Felder bestrahlt, davon das Dammfeld nur jeden 3. Turnus. In die Rö.-Tiefentherapie eingeschaltet erfolgte am 7. 3. 1957 die zweite Radiumeinlage intrakorporal und präzervikal mit insgesamt 60 mge für 45 h = 2700 mgeh.

Beschwerdefreiheit bis 19. 11. 1957, seitdem Schwerfälligkeit beim Gehen, besonders beim Treppensteigen.

3. 7. 1959; seit 8 Wochen schmerzhafte Bewegungseinschränkung im rechten Hüftgelenk. Das Bein kann nicht abduziert werden.

4. 7. 1959, 29 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer rechtsseitigen, *nicht eingekeilten, medialen radiogenen Schenkelhalsfraktur.*

29. 7. 1959; geschlossene *Nagelung* mit Sven-Johansson-Nagel. Guter Nagelsitz.

13. 8. 1959; 5 Wochen nach der Nagelung, Beginn mit Gehübungen.

20. 8. 1959; Patientin kann am Stock in befriedigender Weise etwas laufen. Rö: Gute Fragmentstellung, unveränderte Nagellage. Der Frakturspalt gelangt noch deutlich zur Darstellung, Kallusbildung noch nicht sicher nachweisbar.

20. 7. 1960; Patientin erscheint zur Nachuntersuchung. Gehbeschwerden bestanden noch etwa für 3 Wochen nach der Klinikentlassung (8 Wochen nach der Nagelung). Sie kann jetzt beschwerdefrei gehen, ohne Stock, keine Beinverkürzung, keine Bewegungseinschränkung.

Epikrise: Es handelt sich um einen medialen radiogenen rechtsseitigen, nicht eingekeilten Schenkelhalsbruch nach symmetrischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Röntgen- und Radiumstrahlen. Er entstand 29 Monate nach Bestrahlungsbeginn. Die Nagelung führte nach 5wöchiger Bettruhe zur Heilung. Die Patientin ist völlig beschwerdefrei. Im Hinblick auf den Strahlenschaden konnte auf eine Röntgenkontrolle verzichtet werden.

Fraktur 9, E. *B.*, geb. 16. 6. 1905, 55 Jahre alt.
1959 Carcinoma colli uteri mit 54 Jahren.

Bestrahlung vom 20. 4. bis 18. 6. 1959.

Becken-Übersichtsaufnahme (17. 4. 1959) ergibt keinen Anhalt für Metastasen.

Unter Rö.- Tiefentherapiebedingungen wurden 5 Felder bei FHA von 50 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, mit insgesamt 17 400 r an der Oberfläche bestrahlt. Davon erhielt das Dammfeld fraktioniert 1400 r, die übrigen Felder je 4000 r. ED pro Feld 200 r. Es wurden täglich 2 bzw. 3 Felder bestrahlt, das Dammfeld nur jeden 3. Turnus.

Beschwerdefreiheit bis März 1960. Von da an starke Schmerzen in der rechten Hüfte, Außenrotation und Abduktion erschwert.

30. 3. 1960, 11 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer rechtsseitigen *radiogenen, nicht eingekeilten, medialen Schenkelhalsfraktur.*

10. 5. 1960; offene *Nagelung* mit Sven-Johansson-Nagel, guter Nagelsitz.

5. 7. 1960, 7 Wochen nach der Nagelung, Beginn mit Gehübungen.

2. 8. 1960; Rö: Unveränderte Fragment- und Nagelstellung. Klaffender Frakturspalt. Leichte Valgus-Stellung der Fragmente.

9. 8. 1960; Entlassung aus stationärer Behandlung mit leidlicher Gehfähigkeit.

10. 5. 1961; Patientin teilt schriftlich mit, daß sie mit ihrer Gehfähigkeit zufrieden ist, daß sie aber die weite und anstrengende Fahrt zur erbetenen Nachuntersuchung nicht auf sich nehmen möchte.

Epikrise: Rechtsseitige radiogene mediale, nicht eingekeilte Schenkelhalsfraktur nach symmetrischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Röntgenstrahlen. Sie entstand 11 Monate nach Bestrahlungsbeginn. 7 Wochen nach offener Nagelung Beginn mit Gehübungen bei noch vorhandenem Frakturspalt. Die Patientin berichtet im Mai 1961 schriftlich, daß sie mit ihrer Gehfähgkeit zufrieden ist.

Fraktur 10, H. *D.*, geb. 1. 1. 1890, 70½ Jahre alt.

Siehe Fraktur 6 (rechtsseitige radiogene Schenkelhalsfraktur).

Januar 1960 beginnende Schmerzen bei Belastung im linken Hüftgelenk. Zunehmende Gehverschlechterung. Anfang März 1960 Gehunfähigkeit.

16. 4. 1960, 35 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer linksseitigen *radiogenen medialen, nicht eingekeilten Schenkelhalsfraktur.*

25. 5. 1960; geschlossene *Nagelung* mit Sven-Johansson-Nagel bis über die Gelenkpfanne. Gute Nagellage.

27. 7. 1960; Patientin beginnt aufzustehen (Rö.-Abb. 14).

19. 8. 1960; die Kranke geht mit leichten Schmerzen am Stock. Entlassung.

17. 5. 1961; leidlicher Gang, auf ebener Fläche auch ohne Stock (poliklinische Nachuntersuchung). Die Bewegungsfähigkeit des rechten Hüftgelenkes ist stärker eingeschränkt als die des linken.

Epikrise: Es handelt sich um beidseitige mediale, nicht eingekeilte, radiogene Schenkelhalsfrakturen nach symmetrischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Radium- und Röntgenstrahlen. Rechts entstand sie 13 Monate, links 35 Monate nach Bestrahlungsbeginn. Rechts hatten die radiogenen Nekrosen in einem halben Jahr zur völligen Auflösung des gesamten Schenkelhalses geführt, die 22 Monate später aufgetretene linksseitige Fraktur war eine mediale.

Rechts erfolgte die Nagelung mit 2 Nägeln, die weit in das Kleine Becken gehämmert wurden, links mit 1 Nagel, der ebenfalls das Kleine Becken erreicht. Der Heilablauf der rechten Fraktur war durch Blasen- und Rektumstörungen, bedingt durch Karzinom und Bestrahlung, durch Beckenvenenthrombose und Thrombophlebitiden kompliziert, so daß die Kranke ½ Jahr bettlägerig war. Links ungestörter Heilverlauf mit 2 Monaten Bettruhe. Der Gang ist 9 Monate nach der Entlassung bei der Nachuntersuchung leidlich und auf ebener Fläche auch ohne Stock möglich. Die Beweglichkeit der Hüftgelenke ist rechts sehr gering, links etwa zur Hälfte eingeschränkt.

Fraktur 11, A. *K.*, geb. 11. 2. 1909, 51½ Jahre alt.
1956 Carcinoma portionis colli uteri mit 48 Jahren.
Bestrahlung vom 4. 3. bis 4. 7. 1957.

Kombinierte Radium- und Röntgentiefentherapie. 22. 3. 1957 erste Radiumeinlage von insgesamt 100 mge intra- und präzervikal für 25 Stunden = 2500 mgeh. 10. 4. 1957 zweite Radiumeinlage von insgesamt 100 mge für 30 Stunden = 3000 mgeh. Nach 8wöchiger Pause wurden unter Tiefentherapiebedingungen 5 Felder bei FHA von 5 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, mit insgesamt 17 400 r an der Oberfläche bestrahlt. Davon erhielt das Dammfeld fraktioniert 1400 r OD, die übrigen Felder je 4000 r OD. Täglich wurden 3 bzw. 2 Felder bestrahlt, das Dammfeld jedoch nur jeden 3. Turnus. ED pro Feld 200 r.

Beschwerdefreiheit bis Juli 1958. Seitdem zeitweise ziehende Schmerzen in beiden Oberschenkeln. Die Beschwerden nahmen immer mehr an Heftigkeit zu, die Beweglichkeit des linken Hüftgelenkes war zunehmend eingeschränkt.

9. 8. 1960, 41 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer linksseitigen, *eingekeilten, medialen radiogenen Schenkelhalsfraktur.* Die Patientin verweigerte vorerst die chirurgische Behandlung.

6. 1. 1961; Beginn mit konservativer Behandlung, da trotz Repositionsversuchen und Extensionsbehandlung keine Besserung der Fragmentstellung erreicht werden konnte. Die Drahtextension wird allmählich abgenommen, das Bein auf B r a u n scher Schiene gelagert. Vorsichtige Bewegungsübungen.

17. 3. 1961; Beginn mit Gehübungen (9 Wochen Bettruhe).

22. 3. 1961; Rö.: Der Frakturspalt ist weiterhin sichtbar, die Frakturenden sind ineinander verkeilt, keine Kallusbildung.

30. 3. 1961; noch leichte Ermüdbarkeit beim Gehen und geringfügige Schmerzen in der Hüfte.

10. 5. 1961; Fraktur klinisch fest. Patientin mit beschwerdefreiem Gehvermögen entlassen.

Epikrise: Es handelt sich um eine linksseitige radiogene mediale Schenkelhalsfraktur nach symmetrischer therapeutischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Radium- und Röntgenstrahlen. Sie entstand schleichend 41 Monate nach Bestrahlungsbeginn. Die Fraktur war eingekeilt und wurde mit Drahtextension behandelt. Nach 9 Wochen Beginn mit Gehübungen. 2 Wochen später bestand nur noch leichte Ermüdbarkeit beim Gehen. Röntgenologisch blieb bei fehlender Kallusbildung und Verkeilung der Frakturenden der Frakturspalt sichtbar.

Fraktur 12, K. *St.*, geb. 18. 2. 1899, 62 Jahre alt.
1957 Carcinoma colli uteri mit 58 Jahren.

Bestrahlung vom 14. 1. bis 21. 5. 1958.

Kombinierte Radium- und Telekobalttherapie. 14. 1. 1958 erste Radiumeinlage von insgesamt 70 mge intrakorporal und präzervikal für 40 Stunden = 2800 mgeh. 12. 3. 1958 zweite Radiumeinlage von insgesamt 70 mge für 45 Stunden = 3150 mgeh. Nach 4wöchiger Pause wurde die Bestrahlung mit der Telekobalteinheit angeschlossen, und zwar wurden ein rechtes und ein linkes Unterbauch- und Gesäßfeld bei FHA von 45 cm, Feldgröße 10 × 13 cm, mit insgesamt 8160 r HD (Herddosis pro Parametrium 4080 r) bestrahlt. Täglich wurden 2 Felder bestrahlt. ED pro Feld 170 r.

Beschwerdefreiheit bis Anfang 1959.

Ende April 1959, 15 Monate nach Bestrahlungsbeginn, Feststellung einer *medialen linksseitigen, vermutlich nicht eingekeilten, radiogenen Schenkelhalsfraktur.*

9. 5. bis 15. 7. 1959 stationäre Behandlung mit Schenkelhalsnagelung in auswärtigem Krankenhaus. 4 Wochen Bettruhe.

25. 1. 1960 guter und beschwerdefreier Gang.

Epikrise: Siehe Fraktur 13 (rechtsseitig).

Fraktur 13, K. *St.*, geb. 18. 2. 1899, 62 Jahre alt.

Anamnese siehe Fraktur 12. Seit Juli 1960 zunehmende Schmerzen in der rechten Hüfte.

12. 10. 1960, 33 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer *rechtsseitigen medialen, nicht eingekeilten, radiogenen Schenkelhalsfraktur* ohne Dislokation der Fragmente.

12. 12. 1960; nach vorausgegangener Drahtextension offene *Nagelung* mit Sven-Johansson-Nagel.

15. 1. 1961, nach 4 Wochen Bettruhe, Beginn mit Gehübungen.

16. 2. 1961; Entlassung bei beschwerdefreiem Gang ohne Stock. Röntgenologisch ist noch keine Kallusbildung nachweisbar.

Epikrise: Es handelt sich um beidseitig mediale, links vermutlich und rechts sicher nicht eingekeilte, radiogene Schenkelhalsfrakturen nach therapeutischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Radium- und Telekobaltstrahlen. Links trat sie 15 Monate, rechts 33 Monate nach Bestrahlungsbeginn auf. Die linksseitige Fraktur wurde in auswärtigem Krankenhaus genagelt, die rechtsseitige durch offene Nagelung in der hiesigen Klinik versorgt. Beide Frakturen wurden klinisch fest, zeigten aber im Röntgenbild keine knöcherne Konsolidierung. Nach beiden Nagelungen 4 Wochen Bettruhe. Patientin ist beschwerdefrei und ohne Stock gehfähig.

Fraktur 14, E. *C.*, geb. 18. 8. 1893, 67 Jahre alt.
1957 Carcinoma colli uteri mit 63½ Jahren.

Bestrahlung vom 5. 5. bis 27. 7. 1957.

Kombinierte Radium- und Röntgentiefentherapie. 5. 4. 1957 erste Radiumeinlage von insgesamt 100 mge für 25 Stunden = 5300 mgeh. Nach 4wöchiger Pause wurden unter Tiefentherapiebedingungen 5 Felder bei FHA von 50 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, mit insgesamt 21 400 r OD bestrahlt. Davon erhielt das Dammfeld fraktioniert 1400 r OD, die übrigen Felder je 5000 r OD. Täglich wurden 3 bzw. 2 Felder bestrahlt, das Dammfeld jedoch nur jeden 3. Turnus. ED pro Feld 250 r, das Dammfeld nur 200 r.

Beschwerdefreiheit bis Januar 1961. Dann Schmerzen im rechten Hüftgelenk beim Gehen.

24. 1. 1961, 34 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer rechtsseitigen *radiogenen medialen Schenkelhalsfraktur.* Ausgedehnte Nekrose mit Verkürzung des Halses und Abkippen des Kopfes.

7. 3. 1961; nach vorausgegangener Drahtextension offene *Nagelung* mit 2 Sven-Johansson-Nägeln bis ins Becken. Der distale Nagel liegt gut im Schenkelhals und trifft das Zentrum des Kopfes und geht durch die Pfanne bis etwas ins Becken hinein, während der kraniale Nagel den Kopf seitlich faßt und ebenfalls bis in die Gelenkpfanne hineinreicht. Nachdem die Patientin schon im Januar 1961 eine Psychose mit völliger Desorientiertheit auf Propapheninbehandlung überstanden hatte, trat 4 Wochen nach der Nagelung eine neue und therapeutisch unbeeinflußbare Psychose auf. Der Allgemeinzustand begann sich aber schon einige Tage nach der Nagelung durch Kreislaufschwäche (starke Ödeme an den Beinen) und meteoristische Auftreibung des Bauches zu verschlechtern. Dekubitus über dem Kreuzbein, Harnblaseninkontinenz und wohl ebenfalls radiogen bedingte Geschwüre im Rektum mit heftigen Darmblutungen gesellten sich dazu. Terminal entwickelten sich noch eine eitrige Tracheobronchitis

und Bronchopneumonie. Diese Diagnosen sind durch die *Sektion* gesichert. Der Exitus letalis erfolgte am 18. 4. 1961, 5½ Wochen nach der Nagelung. Der radiogen geschädigte Schenkelhals wurde histologisch untersucht (Abb. 3, 4).

Epikrise: Es handelt sich um eine rechtsseitige radiogene mediale, nicht eingekeilte Schenkelhalsfraktur nach symmetrischer therapeutischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Radium- und Röntgenstrahlen, die 34 Monate nach Bestrahlungsbeginn aufgetreten ist. Sie wurde wegen ausgedehnter Nekrosen mit Doppelnagelung versorgt. Nach der Nagelung entwickelten sich ebenfalls vielleicht radiogen bedingt Harnblaseninkontinenz und stark blutende Geschwüre im Rektum. Die Patientin verstarb unter den Zeichen einer schweren Psychose 5½ Wochen nach der Operation an Kreislaufschwäche und Bronchopneumonie.

Auszüge aus den Krankengeschichten, Nachuntersuchungsbefunde und Epikrisen der 5 Tübinger Patienten:

Fraktur I, E. *R.*, geb. 3. 4. 1920, 42 Jahre alt.
1954 Carcinoma colli uteri mit 34 Jahren.

Bestrahlung vom 15. 1. bis 26. 2. 1954.

Kombinierte Radium- und Röntgentiefentherapie, sowie Röntgen-Nahbestrahlung. Unter Tiefentherapiebedingungen wurden 5 Felder mit insgesamt 6582 r EFD fraktioniert bestrahlt. Davon erhielten bei FHA von 40 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, 2 Unterbauch- und Gesäßfelder je 1485 r, das Vulva-Dammfeld 640 r. Außerdem wurde jedes Parametrium mit 1200 r in 5 cm Tiefe intravaginal bestrahlt. ED pro Feld 123,8 r EFD bei den Unterbauch- und Gesäßfeldern, 80 r über dem Vulva-Dammfeld und 200 r über den Parametrien. Interkurrent erhielt die Patientin am 20. 1. 1954 die erste intrauterine Radiumeinlage von 120 mge für 17 Stunden = 2040 mgeh. Die zweite Radiumeinlage erfolgte in der gleichen Weise am 3. 2. 1954.

Beschwerdefreiheit bis auf anfängliche, histologisch gutartige Röntgenulzera in der rechten und linken Vaginalwand bis Januar 1956. Zu dieser Zeit bekam die Patientin ischiasartige Schmerzen im linken Bein, die sich auf antirheumatische Behandlung vorübergehend besserten.

8. 2. 1957, 37 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer linksseitigen *radiogenen medialen, nicht eingekeilten Schenkelhalsfraktur,* nachdem die Patientin 14 Tage zuvor infolge eines plötzlichen heftigen Schmerzes in der linken Hüfte bei der Arbeit in der Küche gestürzt war. Sie hatte danach wieder aufstehen und unter Schmerzen auch gehen können. Die Verletzung wurde als Zerrung betrachtet und erst nach zunehmender Gehverschlechterung eine Röntgenaufnahme veranlaßt.

11. 2. 1957; geschlossene *Nagelung* mit 2 K ü n t s c h e r - Nägeln. Gute Nagellage. 6 Wochen Bettruhe.

17. 4. 1957; bei guter Gehfähigkeit mit Hilfe eines Unterarmstützstockes Entlassung nach Hause. Die Rö.-Aufnahme (5. 4. 1957) ergibt unveränderte Nagellage. Medial klafft der Frakturspalt. Der endostale Kallus scheint zuzunehmen.

11. 6. 1957 erneute stationäre Aufnahme.

12. 6. 1957; *Entfernung* des distalen Schenkelhalsnagels, der sich gelockert hatte und unter der Haut schmerzhaft tastbar war. Rö. (7. 6. 1957): Adduktionsstellung des Oberschenkelschaftes und Klaffen des Frakturspaltes an der oberen Hälfte. Die Fraktur ist noch nicht knöchern durchgebaut. Die Patientin erhält auf Grund des Röntgenbefundes im Anschluß an die Nagelentfernung einen Abduktions-Beckengips.

4. 12. 1957; Patientin erhält eine Gipshose und beginnt aufzustehen (5½ Monate nach der Nagelentfernung).

1. 2. 1958; Rö.-Kontrolle: Die Struktur im Frakturbereich hat sich verdichtet und ist regelmäßiger geworden. Patientin ist mit einem H o h m a n n schen Stützapparat gehfähig.

19. 2. 1958; Entlassung bei guter Gehfähigkeit an 2 Stöcken.

13. 1. 1961; *Entfernung* des noch liegenden Schenkelhalsnagels, der ebenfalls herausgewandert war. Röntgenologisch (10. 1. 1961) ist die Fraktur in Varusstellung knöchern fest verheilt.

13. 2. 1962; Patientin erscheint zur erbetenen Nachuntersuchung. Sie ist ohne Stock gehfähig, klagt aber über Schmerzen im linken Bein beim längeren Gehen, besonders auf unebenen Wegen. Das Bein ist um 1,5 cm verkürzt. Streckung und Beugung im linken Hüftgelenk sind endständig schmerzhaft, die übrigen Gelenkfunktionen um zwei Drittel eingeschränkt. Die Rö.-Aufnahme des Beckens (Rö.-Abb. 15) ergibt knöcherne Heilung des linksseitigen Schenkelhalsbruches in Varusstellung.

Epikrise: Es handelt sich um eine linksseitige mediale, nicht eingekeilte, radiogene Schenkelhalsfraktur nach symmetrischer therapeutischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Radium- und Röntgenstrahlen. Die Fraktur trat 11 Monate nach Bestrahlungsbeginn auf und heilte nach Doppelnagelung, Beckengips- und H o h m a n nscher Stützapparat-Behandlung schließlich knöchern. Die beiden Nägel lockerten sich nacheinander und mußten entfernt werden, da beide Male Gehbeschwerden aufgetreten waren. Jetzt ist die Patientin ohne Zuhilfenahme eines Stockes bei leicht hinkendem Gang gut gehfähig. Nach der Nagelung hielt die Kranke 6 Wochen Bettruhe ein, 5½ Monate lag sie im Gipsverband.

Fraktur II, E. *S.*, geb. 13. 3. 1909, 53 Jahre alt.

1953 wegen zystisch-glandulärer Hyperplasie ambulante *Kastrationsbestrahlung* in einem auswärtigen Röntgeninstitut mit insgesamt 1840 r OD bei FHA von 40 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, auf 2 Unterleib- und Gesäßfelder. ED pro Feld 460 r.

1957 Carcinoma portionis uteri mit 48 Jahren.

Bestrahlung vom 25. 2. bis 1. 4. 1957.

Kombinierte Radium- und Röntgentiefentherapie.

25. 2. 1957; erste Radiumeinlage intrakorporal und intravaginal von insgesamt 90 mge für 24 Stunden = 2160 mgeh.

27. 2. 1957; Beginn mit Röntgen-Tiefentherapie. Es wurden täglich beide Parametrien mit je 200 r HD bis zu 4000 r HD pro Feld nach der Methode der Bewegungsbestrahlung (Pendel-Konvergenz-Bestrahlung) belastet. Dazwischen erfolgte am 11. 3. 1957 die zweite Radiumeinlage mit 2160 mgeh und am 1. 4. 1957 eine abschließende Radiumapplikation von insgesamt 80 mge für 25 Stunden = 2000 mgeh.

Beschwerdefreiheit bis Juli 1958, dann ziehende Schmerzen im rechten Hüftgelenk, die sich auf antirheumatische Behandlung besserten. Danach fiel die Patientin durch eine plötzliche Schwäche im rechten Bein hin. Sie konnte allein wieder aufstehen und unter Schmerzen auch noch gehen. Dieses Geschehen wiederholte sich nach 14 Tagen, wonach die Kranke nur bei sehr starken Schmerzen gehen konnte.

4. 10. 1958, 19 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer rechtsseitigen *radiogenen medialen, nicht eingekeilten Schenkelhalsfraktur.*

21. 11. 1958; geschlossene *Nagelung* mit 1 S m i t h - P e t e r s e n - Nagel. Gute Nagellage. 7 Wochen Bettruhe.

30. 12. 1958; Rö.-Kontrolle (Rö.-Abb. 16).

13. 1. 1959; erste Gehversuche im Gehwagen.

23. 1. 1959; Beweglichkeit im rechten Hüftgelenk nicht wesentlich eingeschränkt. Patientin wird bei Gehfähigkeit mit Hilfe von 2 Stöcken nach Hause entlassen.

14. 2. 1962; Patientin erscheint zur erbetenen *Nachuntersuchung*. Sie ist seitens des rechten Beines beschwerdefrei und benutzt es seit einem Vierteljahr nach der Klinikentlassung als Standbein. Es ist eine linksseitige radiogene Schenkelhalsfraktur (Fraktur VI) aufgetreten, weshalb die Kranke nur an 2 Unterarmstützstöcken sich auf dem rechten Bein humpelnd fortbewegen kann. Streckung und Beugung im rechten Hüftgelenk sind endständig schmerzhaft, Innen- und Außenrotation aufgehoben, Ab- und Adduktion um zwei Drittel eingeschränkt. Die Rö.-Aufnahme (Rö.-Abb. 17) zeigt eine weitgehende Osteolyse des Kopffragmentes, wobei das Schenkelhalsfragment mit dem oberen Pfannenrand nach entsprechender Zurücktreibung des Nagels eine gelenkähnliche Verbindung eingegangen ist.

Epikrise: Siehe Fraktur VI (linksseitige Fraktur).

Fraktur III, P. *P.*, geb. 12. 1. 1901, 61 Jahre alt.
1956 Carcinoma vesica urinariae mit 55 Jahren.

Bestrahlung vom 19. 4. 1956 bis 26 5. 1959.

Unter Röntgentiefentherapiebedingungen wurden in 2 Serien 2 ventrale und 2 dorsale Blasenfelder und in 1 Serie nur das rechte Blasenfeld von ventral und dorsal bestrahlt. Die Blasenfelder wurden jeweils jeden 2. bis 4. Tag, das Dammfeld nur einmal im Turnus belastet. ED 200 r. Das rechte ventrale und dorsale Blasenfeld wurde mit einer Gesamtoberflächendosis von je 3400 r, die linken Blasenfelder und das Dammfeld mit je 2000 r fraktioniert bestrahlt.

Im Anschluß an diese 3 Bestrahlungsserien, die in der Zeit vom 19. 4. 1956 bis 1. 8. 1957 durchgeführt wurden, war der Patient bis Januar 1959 *beschwerdefrei*. Damals klagte er über Schmerzen in der rechten Leiste und im rechten Bein. Die Rö.-Aufnahmen des Beckens und der Lendenwirbelsäule am 14. 2. 1959 ergaben keinen Anhalt für Knochenmetastasen oder eine Osteoradionekrose. Die Beschwerden wurden, nachdem ein Lokalrezidiv auch ausgeschlossen werden konnte, auf ein Ausrutschen bei Schneeglätte bezogen, an das sich der Patient auf Befragen erinnern konnte.

Bis März 1959 hatten die Beschwerden im rechten Bein zur Gehunfähigkeit geführt.

15. 4. 1959; Rö.-Aufnahme des rechten Hüftgelenkes (R.-Abb. 18) zeigt eine etwa erbsgroße Aufhellung im Bereich des Schenkelhalses.

Wegen Verdachtes auf eine Metastase erfolgte in der Zeit vom 24. 4. bis 26. 5. 1959 eine *Röntgentiefenbestrahlung* auf den rechten Schenkelhals mit insgesamt 4800 r OD. Dabei wurden am proximalen Oberschenkelende 3 Felder mit je 1600 r fraktioniert in 3täglichem Rhythmus belastet. ED pro Feld 200 r.

29. 5. 1959 Rö.-Kontrolle: Die Knochenstruktur des rechten Schenkelhalses und Schenkelkopfes ist verwaschener, auch die als Metastase angesprochene Stelle.

11. 8. 1959, 40 Monate nach Bestrahlungsbeginn und 4 Monate nach Beginn der Direktbestrahlung des Schenkelhalses, röntgenologische Feststellung einer rechtsseitigen *lateralen Schenkelhalsfraktur, die vermutlich doch radiogenen Ursprungs ist.* Gegen das Vorliegen einer Metastase könnten die lokale Rezidiv- und ossäre Metastasenfreiheit sprechen, zumal auch bis Juni 1962 dafür weiterhin kein Anhalt besteht. Die Aufhellungsfigur in der Rö.-Aufnahme vom 15. 4. 1959 entspricht damit am ehesten einer Umbauzone im Sinne einer beginnenden Osteoradionekrose und sich damit anbahnender pathologischen Fraktur (Rö.-Aufnahme vom 11. 8. 1959, siehe Rö.-Abb. 19).

27. 8. 1959; geschlossene Nagelung mit 1 Küntscher-Nagel. Gute Nagellage. 7 Wochen Bettruhe.

15. 10. 1959; erste Gehversuche mit Oberarmgehstützen. Die Rö.-Aufnahme zeigt gute und unveränderte Nagellage. Der Frakturspalt ist noch deutlich erkennbar.

23. 10. 1959; Entlassung aus der stationären Behandlung. Gute Gehfähigkeit mit Unterarmstützstöcken, keine Schmerzen bei Belastung des rechten Beines.

19. 1. 1961; *Nagelkürzung*, da der Nagel sich gelockert hat und um etwa 2 cm aus dem Knochen herausgerutscht ist. Um ein weiteres Herauswandern zu verhindern, *Befestigung des Nagels* mit Hilfe einer Federschraube im Oberschenkelschaft.

1. 2. 1961; Patient kann mit Unterarmstützstöcken wieder befriedigend gut gehen.

6. 9. 1961; *nochmaliges Fixieren* des Küntscher-Nagels, der sich trotz der Verschraubung wieder aus dem Knochen herausgearbeitet hatte, mit einer nunmehr größeren Federschraube. Röntgenologisch (8. 8. 1961) ist die Fraktur weitgehend knöchern verheilt.

8. 6. 1962, 21 Monate nach der Nagelung, kommt der Patient mit einem Stock hinkend zur erbetenen *Nachuntersuchung*. Er ist so fast schmerzfrei gehfähig. Streckung/Beugung im rechten Hüftgelenk sind auf 150/90° eingeschränkt, Ab- und Adduktion, sowie Innen- und Außenrotation sind um zwei Drittel eingeschränkt. Röntgenologisch (Rö.-Abb. 20) ist die Fraktur knöchern konsolidiert. Der Nagel liegt gut und unverändert. Kein Anhalt für Metastasen. Beinverkürzung um 3 cm.

Epikrise: Es handelt sich bei dem 61jährigen Mann um eine rechtsseitige *radiogene laterale Schenkelhalsfraktur* nach therapeutischer Röntgenbestrahlung eines Blasenkarzinoms und Röntgenbestrahlung des rechten Schenkelhalses wegen eines 3 Jahre nach chirurgischer und strahlentherapeutischer Behandlung des Blasenkarzinoms aufgetretenen osteolytischen Prozesses im rechten Schenkelhals. Die Röntgenbestrahlung des Blasenkarzinoms wurde asymmetrisch durchgeführt, indem die rechten Blasenfelder stärker belastet wurden. Die Fraktur trat 40 Monate nach Bestrahlungsbeginn und 4 Monate nach Beginn der Direktbestrahlung des rechten Schenkelhalses auf. Die Nagelung führte zu subjektiver Beschwerdefreiheit bei Gehfähigkeit am Stock trotz zweimaligen Herausrutschens des Nagels, der beide Male mit einer Federschraube im Oberschenkelschaft fixiert werden mußte. Röntgenologisch ist die Fraktur jetzt knöchern durchbaut und fest. Der Nagel liegt gut. Die Funktion des rechten Hüftgelenkes ist um zwei Drittel eingeschränkt. Es besteht kein Anhalt für ein lokales Rezidiv oder für Metastasen. Der Patient hat nach der Nagelung 7 Wochen Bettruhe eingehalten.

Fraktur IV, E. *K.*, geb. 31. 3. 1905, 57 Jahre alt.
1959 Carcinoma corporis uteri et pseudomucinocystoma malignum ovarii dextri mit 54 Jahren.

Bestrahlung vom 30. 12. 1959 bis 22. 1. 1960.

Kombinierte Radium- und Röntgentiefentherapie. Unter Tiefentherapiebedingungen wurden 4 Felder bei FHA von 40 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, mit insgesamt 12 000 r OD fraktioniert belastet. ED 200 r. In die Röntgenbestrahlungsserie eingeschaltet erhielt die Patientin 2 intravaginale Radiumeinlagen mit je 40 mge für 25 und 30 Stunden = insgesamt 2200 mgeh.

Beschwerdefreiheit bis Ende August 1961, dann beginnende Schmerzen im rechten Hüftgelenk ohne anamnestisch faßbares Trauma. Antirheumatische Behandlung mit nur sehr geringem Erfolg.

27. 10. 1961, 20 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer rechtsseitigen *radiogenen subkapitalen, nicht eingekeilten Schenkelhalsfraktur.*

7. 6. 1961; geschlossene *Nagelung* mit 1 Küntscher-Nagel. Gute Nagellage. Die Nagelspitze überragt minimal den Oberschenkelkopf. 12 Wochen Bettruhe.

8. 9. 1961; erste Gehversuche im Gehwagen.

20. 9. 1961; Entlassung bei guter Gehfähigkeit mit Hilfe eines Stockes. Die Rö.-Aufnahme läßt am Übergang vom Oberschenkelkopf zum Schenkelhals eine Verdichtung erkennen, die einer Kallusbildung entsprechen dürfte.

29. 11. 1961; Patientin kommt zur *Kontrolluntersuchung*, da sie seit 3 Wochen Schmerzen im linken Hüftgelenk verspürte. Das rechte Bein ist beschwerdefrei, kann ohne Schmerzen belastet werden und ist im Hüftgelenk nahezu frei beweglich. Die Rö.-Aufnahme zeigt *rechts* Zunahme der Kallusbildung; links ist kein pathologischer Befund erkennbar.

8. 2. 1962; (Rö.-Abb. 21) die rechtsseitige Fraktur ist knöchern durchgebaut. Stationäre Aufnahme wegen *frischer radiogener Schenkelhalsfraktur links.*

Epikrise: Siehe Fraktur V (linksseitige Fraktur).

Fraktur V, E. *K.*, geb. 31. 3. 1905, 57 Jahre alt.

Anamnese siehe Fraktur IV. Seit November 1961 Schmerzen in der linken Hüfte, die auf antirheumatische Behandlung nicht ansprachen und zur Gehunfähigkeit geführt haben. Die am 29. 11. 1961 angefertigte Rö.-Aufnahme ließ im Bereich des linken Hüftgelenkes keinen pathologischen Befund erkennen.

8. 2. 1962, 26 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer linksseitigen *radiogenen medialen, nicht eingekeilten Schenkelhalsfraktur* (Rö.-Abb. 21). Das Schenkelkopffragment ist nach vorn verschoben, Varusstellung des Schenkelhalses und Trochanterhochstand.

15. 2. 1962 geschlossene *Nagelung* mit 1 Küntscher-Nagel, der bis ins Becken eingeschlagen wird. Befriedigende Nagellage.

30. 3. 1962; Rö.-Kontrolle des linken Hüftgelenkes: der Nagel ist aus dem Oberschenkelkopf herausgerutscht.

16. 4. 1962; *Nagelentfernung* und *erneute Nagelung* mit 1 Küntscher-Nagel bis in das Becken. Es wird zusätzlich eine Drahtextension angelegt.

15. 6. 1962; röntgenologisch unveränderte Nagellage und Fragmentstellung. Eine beginnende Konsolidierung der Fraktur läßt sich noch nicht erkennen (Rö.-Abb. 22). Die Drahtextension wird abgenommen und mit vorsichtigen Bewegungsübungen begonnen. Patientin fühlt sich wohl.

Bei der Schenkelhalsnagelung am 16. 4. 1962 wurden kleine Knochenstückchen gewonnen und zur *histologischen* Untersuchung eingesandt. Es fanden sich teilweise nekrotisch gewordene Knochenstückchen, zum Teil auch neugebildete Knochenbezirke (siehe Seite 12).

Epikrise: Es handelt sich um beidseitige radiogene mediale, nicht eingekeilte Schenkelhalsfrakturen nach symmetrischer therapeutischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Radium- und Röntgenstrahlen. Rechts trat die Fraktur 20 Monate, links 26 Monate nach Bestrahlungsbeginn auf. Die rechtsseitige Fraktur war 6 Monate nach der Nagelung klinisch fest und röntgenologisch knöchern durchgebaut. Es besteht keine Einschränkung der Funktionen des rechten Hüftgelenkes. Wegen der linksseitigen Fraktur befindet sich die Patientin noch in stationärer Behandlung. Der Nagel liegt jetzt nach zweimaliger Nagelung gut und reicht mit seiner Spitze bis ins Becken. Röntgenologisch ist noch keine beginnende Konsolidierung der Fraktur zu erkennen. Die Patientin macht vor-

sichtige Bewegungsübungen im Bett (8 Wochen nach der zweiten linksseitigen Schenkelhalsnagelung).

Fraktur VI, E. *S.*, geb. 13. 3. 1909, 53 Jahre alt.
Anamnese siehe Fraktur II (rechtsseitige radiogene Schenkelhalsfraktur).

Seit etwa einem Vierteljahr nach der Klinikentlassung nach der rechtsseitigen Schenkelhalsnagelung (28. 11. 1958) klagte die Patientin über Schmerzen im linken Hüftgelenk. Sie wurde vom Hausarzt ohne Röntgenkontrolle des Befundes wegen einer "Hüftgelenksentzündung" erfolglos mit antirheumatischen Medikamenten und Kurzwellenbestrahlungen behandelt. Die Beschwerden steigerten sich so, daß die Patientin nunmehr nur noch an 2 Stöcken (Unterarmstützstöcken) gehfähig ist. Sie kann das linke Bein nicht belasten und humpelt auf dem rechten genagelten Bein.

14. 2. 1962; Patientin erscheint zur erbetenen Nachuntersuchung des rechten Beines. Das linke Bein ist gegenüber dem rechten um 3—4 cm verkürzt (die Verkürzung ist durch Erhöhung des Absatzes ausgeglichen), Streckung/Beugung im Hüftgelenk 180/125° schmerzhaft, die übrigen Gelenkfunktionen sind nahezu aufgehoben.

Die Rö.-Aufnahme (Rö.-Abb. 17) ergibt eine linksseitige *radiogene mediale, nicht eingekeilte Schenkelhalsfraktur*, wobei sich das Schenkelhalsfragment gegen den lateralen oberen Pfannendachrand abstützt. Die Berührungsflächen sind sklerosiert (60 Monate nach Bestrahlungsbeginn). Der Patientin wird eine erneute stationäre Behandlung vorgeschlagen, wozu sie sich aus familiären Gründen z. Zt. nicht entschließen kann.

12. 6. 1962; Patientin stellt sich nochmals in der Ambulanz vor. Zu einer vorgeschlagenen Operation (Umstellungsosteotomie) kann sie sich nicht entschließen. Es wird mit ihr deshalb die Anpassung eines Gehstützapparates abgesprochen.

Epikrise: Es handelt sich um beidseitige radiogene mediale, nicht eingekeilte Schenkelhalsfrakturen nach symmetrischer therapeutischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Radium- und Röntgenstrahlen und einer Röntgenkastrationsbestrahlung wegen glandulärer Hyperplasie. Rechts trat die Fraktur 19 Monate, links vermutlich 25 Monate nach Bestrahlungsbeginn auf. Die linksseitige Fraktur wurde jedoch erst 60 Monate nach Bestrahlungsbeginn röntgenologisch erfaßt. Die rechtsseitige Fraktur ist jetzt, 39 Monate nach der Nagelung, bei noch liegendem Nagel klinisch fest. Die Funktionen des rechten Hüftgelenkes sind hochgradig eingeschränkt, trotzdem bewegt sich die Kranke wegen der nicht behandelten linksseitigen Fraktur nur auf dem rechten Bein mit Hilfe von Krücken fort. Röntgenologisch zeigt sich eine deutliche Kopfnekrose bei Pseudarthrosenbildung zwischen dem oberen Pfannenrand und dem Schenkelhalsfragment. Die linksseitige Fraktur ist 3 Jahre lang unerkannt geblieben, die Beschwerden wurden als „Hüftgelenksentzündung" betrachtet und antirheumatisch behandelt. Das linke Bein ist nicht belastungsfähig und das Hüftgelenk in seinen Funktionen hochgradig eingeschränkt. Das linke Bein ist um 4 cm verkürzt, die Verkürzung ist durch Erhöhung des Schuhabsatzes ausgeglichen worden. Die Röntgenaufnahme zeigt, daß sich das Schenkelhalsfragment gegen den oberen lateralen Pfannendachrand abstützt. Die Gelenkflächen sind sklero-

siert. Da sich die Patientin zu einem neuen operativen Eingriff (Umstellungsosteotomie) nicht entschließen kann, wird ihr jetzt ein Gehstützapparat verordnet.

Fraktur VII, R. *W.*, geb. 23. 1. 1901, 61 Jahre alt.

1961 Carcinoma corporis uteri mit 60 Jahren.

Bestrahlung vom 4. 5. bis 30. 5. 1961.
Kombinierte Radium- und Röntgentiefentherapie.

Es wurden unter Tiefentherapiebedingungen 4 Felder bei FHA von 40 cm, Feldgröße 10 × 15 cm, mit insgesamt 12 000 r OD fraktioniert bestrahlt. Jedes Feld wurde täglich mit 200 r ED belastet. Am 9. 5. 1961 erhielt die Patientin die erste Radiumeinlage intravaginal von 50 mge für 36 Stunden = 1800 mgeh und am 30. 5. 1961 eine zweite intravaginale Radiumeinlage von 40 mge für 30 Stunden = 1200 mgeh.

Beschwerdefreiheit bis 20. 1. 1962. An diesem Tage verspürte die Kranke plötzlich einen heftigen Schmerz im linken Oberschenkel. Sie konnte erst nach antirheumatischer Therapie wieder gehen.

5. 4. 1962, 11 Monate nach Bestrahlungsbeginn, röntgenologische Feststellung einer linksseitigen *radiogenen medialen, nicht eingekeilten Schenkelhalsfraktur.* Die Patientin ist noch mit Hilfe eines Stockes unter Schmerzen gefähig.

18. 4. 1962; geschlossene *Nagelung* mit 1 K ü n t s c h e r - Nagel. Gute Nagellage. *Histologie* des Knochens siehe Seite 12.

14. 6. 1962 die Röntgenkontrolle ergibt unverändert gute Nagellage. Die Frakturlinie ist noch deutlich erkennbar. Es finden sich noch keine Zeichen einer beginnenden Konsolidierung der Fraktur. Die Patientin ist subjektiv beschwerdefrei. Seit 4 Wochen werden vorsichtige Bewegungsübungen durchgeführt. Patientin kann das linke Bein jedoch noch nicht aktiv anheben. Sie befindet sich noch (8 Wochen nach der Nagelung) in stationärer Behandlung.

Epikrise: Es handelt sich um eine linksseitige radiogene, nicht eingekeilte, mediale Schenkelhalsfraktur nach systematischer therapeutischer Bestrahlung eines gynäkologischen Karzinoms mit Radium- und Röntgenstrahlen. Die Fraktur ist 11 Monate nach Bestrahlungsbeginn plötzlich aufgetreten. Die Fraktur wurde mit 1 K ü n t s c h e r - Nagel fixiert. Nach 4 Wochen strenger Bettruhe wurde mit vorsichtigen Bewegungsübungen im Bett begonnen. Das Bein kann jetzt, 8 Wochen nach der Nagelung, noch nicht aktiv angehoben werden. Röntgenologisch ist noch keine beginnende knöcherne Konsolidierung zu erkennen. Der Nagel liegt unverändert gut. Patientin befindet sich noch in stationärer Behandlung.

Fraktur 1. Rö.-Abb. 1: Mediale Schenkelhalsfraktur rechts mit starker Knickung der Kopfhalsachse und Dislokation des peripheren Fragmentes nach kranial. Keine Umbauzonen, keine osteoporotischen Zeichen. (10. 4. 1954)

Fraktur 1. Rö.-Abb. 2: Trochanterhochstand über die Ebene der Hüftgelenkspfanne hinaus. Im Femurbereich hat sich um den Nagel kranial und kaudal eine Zone vermehrter Strahlendurchlässigkeit gebildet. Dieses Gebiet umfaßt kranial des Nagels etwa eine Höhe von 5 mm und dürfte damit etwa der Höhe entsprechen, um die das Trochantergebiet höher getreten ist. Die Frakturlinie klafft breit und zeigt in ihrem kranialen Anteil einige verwaschene Verschattungen. Der Nagel hat sich gelockert. Eine knöcherne Heilung ist nicht eingetreten. (4. 5. 1955)

Fraktur 1. Rö.-Abb. 3: Breit klaffender Frakturspalt und Pseudarthrose. Das Aufhellungsgebiet in der Umgebung des Nagels im Trochanterbereich zeigt weitere Verbreiterung nach kranial und kaudal. Im gleichen Maße ist das distale Fragment weiter nach kranial disloziert. Kopf und Schenkelhalsrest haben weiter an Umfang abgenommen. Die Konturen wirken etwas geglättet und sklerosiertrandig. (4. 7. 1956)

Fraktur 1. Rö.-Abb. 4: Weiteres Hochrücken des Trochanters, wobei der Nagel um die Sagittalachse des Körpers im Uhrzeigersinne gedreht ist, so daß er jetzt waagerecht liegt. Der Frakturspalt ist breit. Im Bereich des Trochanter major hat sich zum Becken hin eine vermehrte periostale Kallusbildung entwickelt, die das Bestreben hat, mit der rechten Beckenschaufel zu synostosieren und teilweise bereits zur Synostose geführt hat. (8. 8. 1960)

Fraktur 2. Rö.-Abb. 5: Zustand nach Schenkelhalsnagelung links. Ein Gelenkspalt ist nur noch in seinen Umrissen erkennbar. Die Strukturierung scheint durchlaufend zu sein. Es finden sich im Bereich des Femurkopfes und der Pfanne Aufhellungs- neben Verdichtungsfiguren, die nekrobiotischen Veränderungen entsprechen. Der Nagel liegt zum Teil außerhalb des Schenkelhalses. (27. 7. 1960)

Fraktur 5. Rö.-Abb. 6: Mediale eingestauchte Schenkelhalsfraktur. Dislokation des peripheren Fragmentes nach kranial. (8. 1. 1959)

Fraktur 5. Rö.-Abb. 7: Deutliche Kallusbildung im Bereich der ehemaligen Fraktur. Ebenfalls Kallusbildung im Bereich der Köpfe beider Nägel. Der kranial gelegene Nagel reicht ins kleine Becken. (6. 7. 1960)

Fraktur 7. Rö.-Abb. 8: Die Röntgenkontrolle des Beckens bei Bestrahlungsbeginn ergibt ein unauffälliges knöchernes Skelett. Wiedergabe des rechten Hüftgelenkes. (16. 11. 1954)

Fraktur 7. Rö.-Abb. 9: Komplette Schenkelhalsfraktur rechts, die aus radiogener Nekrose entstanden ist. Die Frakturflächen sind unregelmäßig. Die Struktur ist in der Umgebung wolkig verdichtet. Der Kopf ist außenrotiert. Der Schaft ist mit dem medialen Anteil des Schenkelhalses eingestaucht. Mäßiger Trochanterhochstand. Für metastasische Veränderungen kein sicherer Hinweis. Bauchraumdrüsenverkalkungen rechts. (30. 9. 1958)

Fraktur 7. Rö.-Abb. 10: Gegenüber der Voraufnahme vom 30. 9. 1958 sind die radiogenen Nekrosen im Bereich des Schenkelhalses bis in den Kopf hinein zunehmend, so daß der Hals weitgehend aufgelöst ist. Im übrigen Beckenbereich unauffällige knöcherne Verhältnisse. (15. 1. 1959)

Fraktur 7. Rö.-Abb. 11 und 12: Der Frakturspalt ist sehr deutlich und ohne Kallusbildung, so daß sich wahrscheinlich trotz guten Nagelsitzes eine Pseudarthrose ausbildet. A. p. und axiale Aufnahme. (28. 3. 1960)

Fraktur 7. Rö.-Abb. 13: Die Aufnahme des rechten Hüftgelenkes zeigt im Vergleich mit der Voraufnahme vom 28. 3. 1960 unverändert günstige Stellung der Fragmente und gleiche Lage des Nagels. Der Frakturspalt stellt sich nicht mehr dar, sondern ist durch endostale Kallusbildung verwaschen. (20. 7. 1960)

Fraktur 6 und 10. Rö.-Abb. 14: Zustand nach Schenkelhalsnagelung beiderseits.
Nagelung *rechts* vor 16 Monaten: 2 Nägel weit ins kleine Becken getrieben. Frakturspalt noch erkennbar, verwaschen durch Kallusbildung. Noch keine völlige Konsolidierung. Fragmente in geringer Varusstellung. Nagelung *links* vor 2 Monaten: Die Nagelspitze überragt den Hüftgelenksspalt über 2 cm in Richtung des kleinen Beckens. Frakturspalt um den Nagel deutlich in den Randbezirken durch Kallusbildung verwaschen. (27. 7. 1960)

Fraktur 1. Rö.-Abb. 15: Die Schenkelhalsfraktur links ist unter stärkerer Deformierung des Schenkelkopfes knöchern fest verheilt. Coxa vara-Stellung. (13. 2. 1962)

Fraktur II. Rö.-Abb. 16: Der Nagel liegt in der Achse des Schenkelhalses. Der Frakturspalt ist noch deutlich erkennbar, noch keine Zeichen einer knöchernen Konsolidierung. (30. 12. 1958)

Fraktur II und VI. Rö.-Abb. 17: *Rechts* weitgehende Osteolyse des Oberschenkelkopffragmentes, wobei das Schenkelhalsfragment mit dem oberen Pfannenrand nach entsprechender Zurücktreibung des Nagels eine gelenkähnliche Verbindung eingegangen ist. *Links* ebenfalls mediale Schenkelhalsfraktur. Das Schenkelhalsfragment stützt sich gegen den lateralen oberen Pfannendachrand ab, die Berührungsflächen sind sklerosiert. (15. 2. 1962)

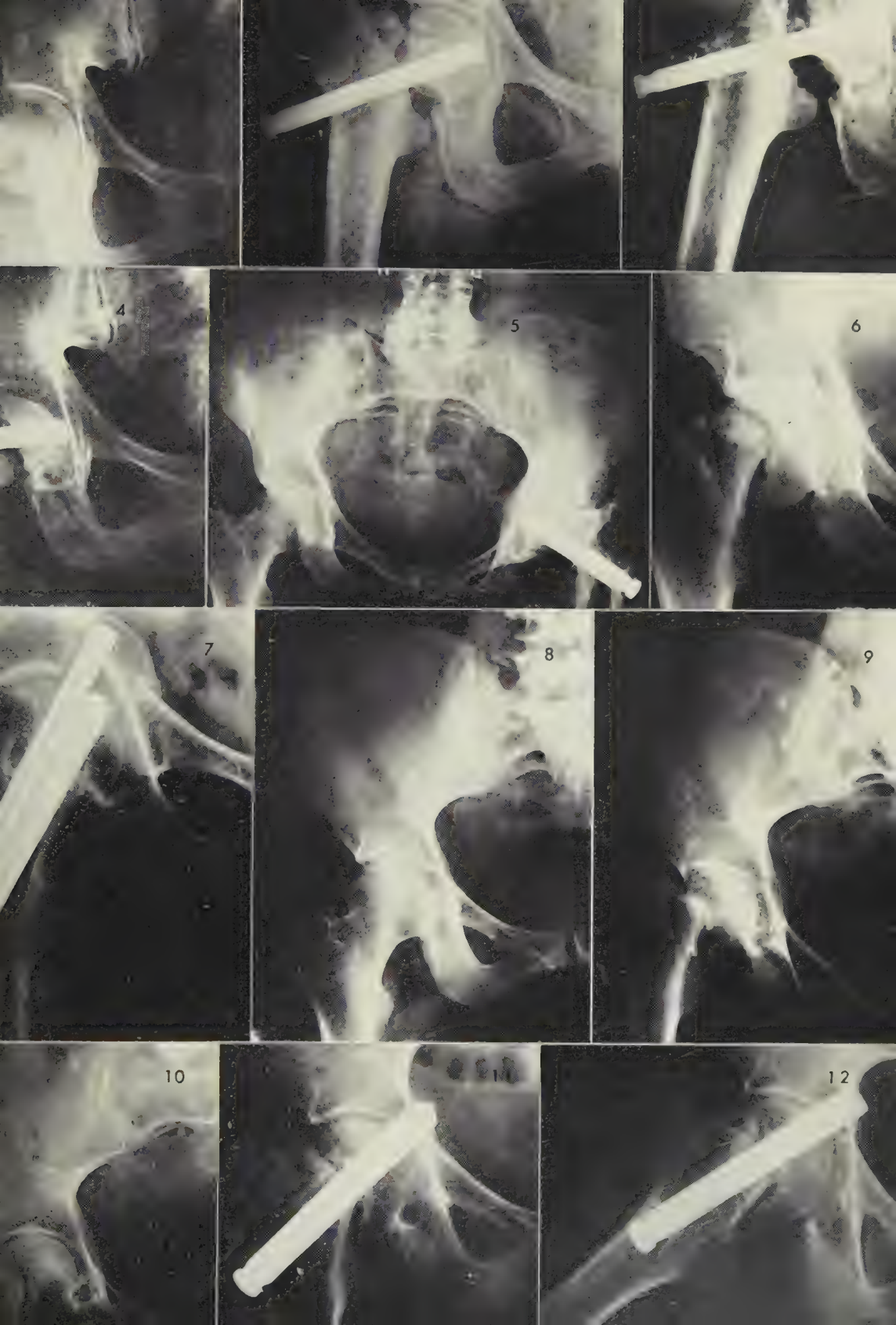
Fraktur III. Rö.-Abb. 18: Etwa erbsgroße Aufhellungszone am unteren lateralen Schenkelhalsrand. (25. 4. 1959)

Fraktur III. Rö.-Abb. 19: Laterale Schenkelhalsfraktur rechts. (11. 8. 1959)

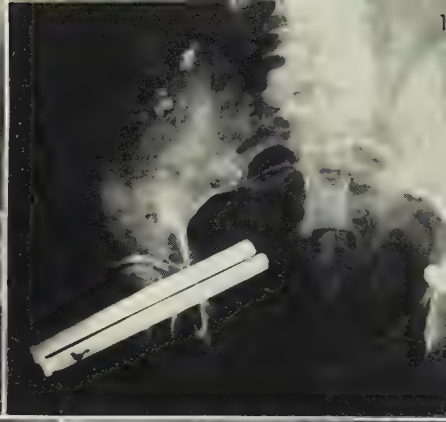
Fraktur III. Rö.-Abb. 20: Die rechtsseitige Fraktur ist knöchern fest verheilt. Gute und unveränderte Nagellage. (8. 6. 1962)

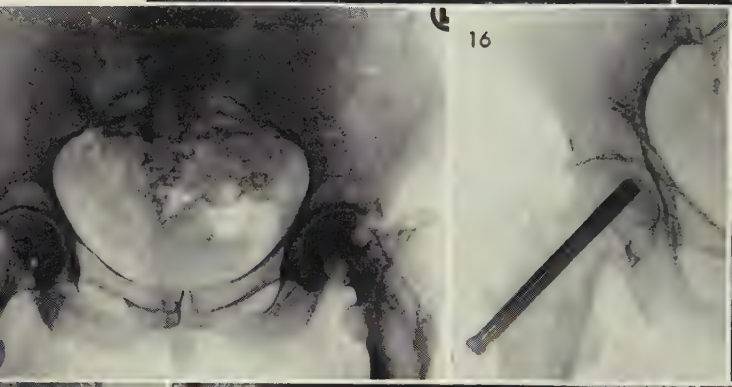
Fraktur IV und V. Rö.-Abb. 21: Die *rechts*seitige Fraktur ist knöchern durchbaut. Gute Nagellage. *Links* frische mediale, nicht eingekeilte Schenkelhalsfraktur mit Trochanterhochstand und Varusstellung. Verschiebung des Schenkelhalsfragmentes nach vorn. (8. 2. 1962)

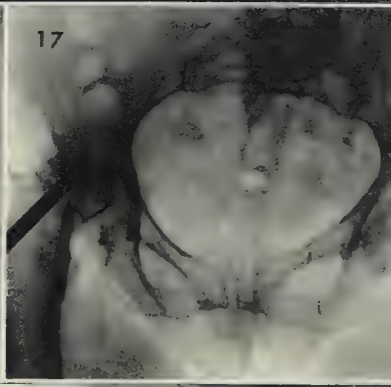
Fraktur V. Rö.-Abb. 22: Der Nagel liegt etwa in der Schenkelhalsachse und ragt in die Hüftgelenkspfanne hinein bis ins Becken. Eine beginnende Konsolidierung der Fraktur läßt sich noch nicht erkennen. (15. 6. 1962)

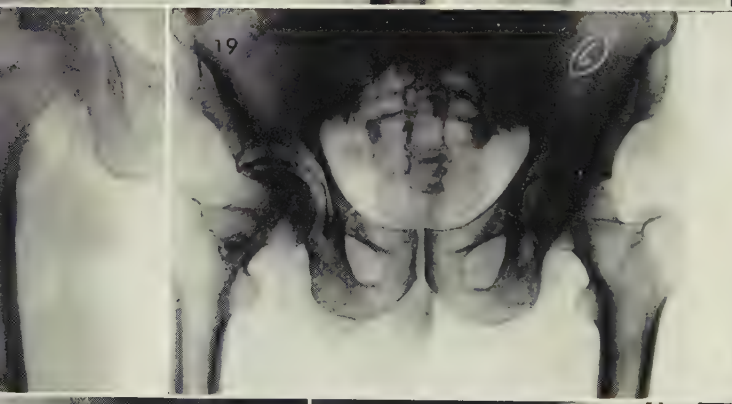

4
5
6
7
8
9
10
11
12

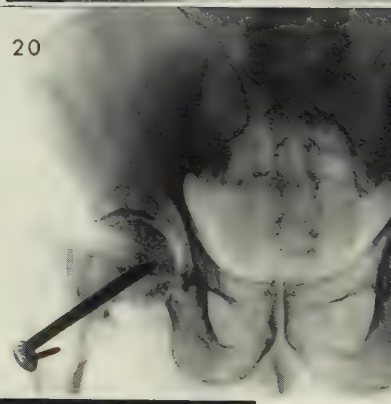
13

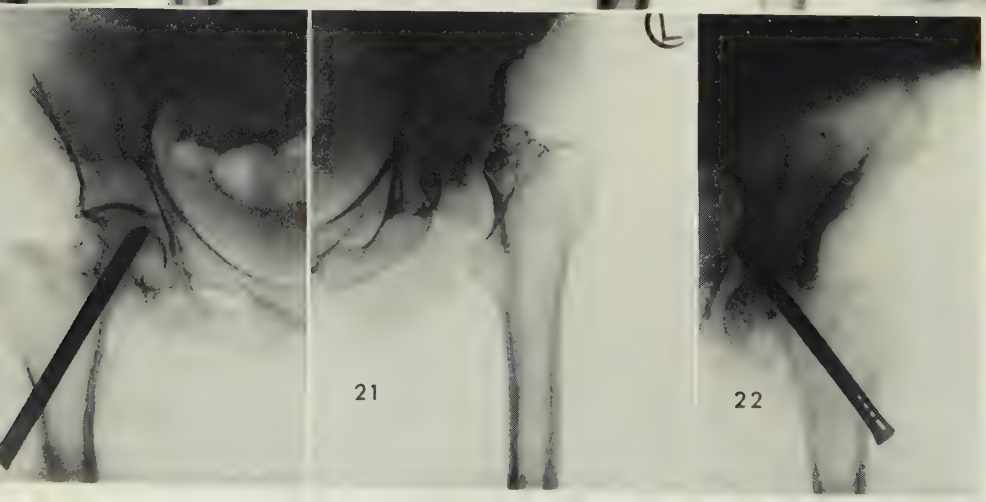



16


17


19


20


21
22

Literatur

Adler, K.: Strahlentherapie 31, 1 (1930); 45, 563 (1932).

Adler, K., und M. Adler: Strahlentherapie 44, 481 (1932).

Adler, K., und O. Wiederholt: Strahlentherapie 44, 383 (1932).

Baclesse, F., und C. L. Regaud: zit. nach Strauss H., und Mc. Goldrick. Amer. J. Obstetr. and Gynec. 41, 915 (1941).

Baensch, W.: Röntgenpraxis 716 (1932).

Baensch, W.: Fortschr. Röntgenstr. 36, 1245 (1927).

Baerwolff, G., und P. O. Buchhorn: Strahlentherapie 99, 72 (1956).

Baker, L.: ref. Zbl. Rad. 36, 143 (1941); J. Bone and Joint Surg. 23, 334 (1941).

Balkhausen, P.: Mschr. Unfallhk. 52, 97 (1949).

Batt und Hampton: zit. nach Truelsen. Acta radiol. 23, 581 (1942).

Bauer, K. H.: Zbl. Chir. 48, 2239 (1941).

Bernt, O.: Beitr. z. Orth. u. Traumat. H. 1, 16 (1962).

Bickel, W. H., D. S. Childs und Ch. M. Poretta: J. Amer. med. Ass. 175, 204 (1961).

Birkner, R.: Strahlentherapie 92, 297 (1953).

Birkner, R., G. Balz und F. Wachsmann: Strahlentherapie 97, 382 (1955).

Birkner, R., und H. Schaaf: Strahlentherapie 93, 454 (1954).

Birkner, R., J. Frey und K.-H. Ueberschär: Strahlentherapie 100, 574 (1956).

Böker, H.: Einführung in die vergleichende biologische Anatomie der Wirbeltiere I (1935) Gustav-Fischer-Verlag.

Buchmann, B.: Schenkelhalsspontanfrakturen und andere Knochenschädigungen nach intensiver Röntgenbestrahlung im Bereich des Beckens. Leipzig (1952).

Breitner, B.: Sportschäden und Sportverletzungen in Neue Deutsche Chirurgie (v. Bruns-Lexer), Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart (1937).

v. Chiari: pers. Mitteilung.

Conzert, D. C.: zit. nach Stampfli, W. und H. Kerr: Am. J. Roentgenol. 57, 71 (1947).

Costolow: zit. nach Stampfli, W. und H. Kerr. Am. J. Roentgenol. 57, 71 (1947).

Dahl, B.: Strahlentherapie 54, 35 (1935).

Dalby, R., H. Jacox und N. Miller: Am. J. Obst. 32, 50 (1936).

Diethelm, L.: Strahlentherapie 77, 107 (1948).

Dörffel: pers. Mitteilung.

Douglas, R. G.: Am. J. Roentgenol. 41, 76 (1939).

Drescher, Chr.: Zbl. Chir. 84, 2123 (1959).

Frey, S.: Brun's Beitr. Klin. Chir. 150, 385 (1953).

Gemaehlich, H.: Spontane Schenkelhalsfrakturen nach Strahlenbehandlung maligner Tumoren im Beckenbereich. Erlangen 1954.

Gratzek, F. R., F. G. Holmstrom und L. G. Rigler: zit. nach Stampfli, W. und H. Kerr. Am. J. Roentgenol. 57, 71 (1947).

Greve, W.: Strahlentherapie 86, 617 (1952).

Healy, W., und E. Fratzell: zit. nach Stampfli, W. und H. Kerr. Am. J. Roentgenol. 57, 71 (1947).

Heymann: J. Bone and Joint Surg. 27, 674 (1945).

Hess, P.: Strahlentherapie 83, 67 (1950).

Hight, D.: J. Bone and Joint. Surg. 23, 676 (1941).

Joennsen, H.: Nord. Med. 3718 (1941).

Johnston: zit. nach Stampfli, W. und H. Kerr. Am. J. Roentgenol. 57, 71 (1947).

Jüngling, O.: Allgemeine Strahlentherapie (1949).

Kaiser, G.: Arch. orthop. Unfallchir. 48, 32 (1956).

Kalayjian, B. S.: Am. J. Roentgenol. 40, 388 (1938).

Karcher, H.: Langenbecks Arch. 283, 663 (1957).

Kepp, R. K.: Grundlagen der Strahlentherapie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1952.

Kirchhoff, H., und G. Imholz: Strahlentherapie 90, 199 (1953).

Kok, G.: Acta radiol. 40, 511 (1953).

Koschitz-Kosic, H.: Zbl. Chir. 12, 488 (1962).

Kranepuhl, F.: Zbl. Chir. 3, 104 (1959).

Kritter, H.: Sem. Hop. Paris 25, 299 (1949).

Kropp, L.: Münch. Med. Wschr. 81 und 214 (1934).

Kühne, G.: Spontanfrakturen des Schenkelhalses nach intensiver Röntgenbestrahlung maligner gynäkologischer Tumoren. Bonn 1956.

Küntscher, G.: Fortschr. d. Röntgenstr. 60, 235 (1939).

Kulsing, H., und K. Hanssen: Acta radiol. 27, 531 (1946).

Kunz, H.: pers. Mitteilung.

Lefebvre, LeCamus und H. Kritter: J. Rodial., Elektrol. etc. 29, 58 (1948).

McCrorie, W.: Brit. J. Radiol. 23, 587 (1950).

Miller, N. F., und C. A. Folsome: Am. J. Obstetr. and Gynec. 36, 545 (1938).

Müller-Stephann, H.: Beitr. Orthop. 6, 475 (1959).

Nevinny-Stickel, H., und G. Mignani: Zschr. Geburtshk. 13, 303 (1953).

Oelßner, W., J. Pfeiffer und H. Buttenberg: Strahlentherapie 109, 200 (1959).

Okrainetz, C. L., und S. B. Biller: Am. J. Roentgenol. 42, 883 (1939).

Pauwels, F.: Der Schenkelhalsbruch, ein mechanisches Problem. Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart 1935.

Peck, W. S.: Michigan Univ. Hosp. Bull. 5, 33 (1939).

Perthes, G.: Arch. Klin. Chir. 506 (1903).

Philipp, E.: Strahlentherapie 44, 363 (1932).

Rauber-Kopsch: Lehrb. und Atlas der Anatomie des Menschen, I. (1939) Georg Thieme Verlag.

Regaud, C.: Compt. rend. Soc. biol. 87, 427 und 629 (1922).

Ries, J., und J. Breitner: Strahlenbehandlung in der Gynäkologie. Verlag Urban & Schwarzenberg 1959.

Rüther, E.: Geburtsh. und Frauenhk. 13, 303 (1953).

Saar, F. v.: Die Sportverletzungen in: Neue deutsche Chirurgie (v. Bruns), Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart 1914.

Slaughter, D. P.: Am. J. Roentgenol. 48, 201 (1942).

Sommer, F.: Dtsch. Med. Rdsch. 3, 103 (1949).

Schiffbäumer, A.: Zbl. Gynäk. 57, 2004 (1933).

Schinz, H. R.: 60 Jahre Medizinische Radiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1959.

Schmitz: zit. nach Stampfli, W. und H. Kerr. Am. J. Roentgenol. 57, 71 (1947).

Stampfli, W., und H. Kerr: Am. J. Roentgenol. 57, 71 (1947).

Stich, R., und K. H. Bauer: Lehrbuch der Chirurgie. Springer-Verlag 1958.

Strauss, H., und J. McGoldrick: ref. Zbl. Rad. 34, 657 (1941); Am. J. Obstetr. and Gynec. 41, 915 (1941).

Truelsen, F.: Acta radiol. 23, 581 (1942).

Zöllner, H.: Strahlentherapie 70, 536 (1941).

Lebenslauf

Am 21. Januar 1932 wurde ich, *Annemarie,* Gertrud, Wilhelmine K o s c h i t z - K o s i c , geborene Herrmann, als erstes Kind des selbständigen Industrie-Kaufmanns und Fabrikanten Johannes H e r r m a n n und seiner Ehefrau Gertrud, geborene Imme, wohnhaft in Marienberg (Sachsen), in Chemnitz geboren.

Von 1938 bis 1942 besuchte ich die Volksschule in Marienberg, von 1942 bis 1949 die Oberschule in Marienberg, 1949 bis 1950 die Karl-Marx-Oberschule in Chemnitz. 1950 Abitur in Chemnitz.

1950 bis 1951 Krankenpflegepraktikum am Städtischen Krankenhaus in Marienberg.

Im Wintersemester 1951/52 begann ich das Medizinstudium an der Humboldt-Universität in Berlin. Am Ende des Sommersemesters 1953 bestand ich das Physikum und setzte das Studium (klinische Semester) an der Humboldt-Universität zu Berlin fort. 18. Dezember 1956 Abschluß des Staatsexamens und vorläufige Approbation als Arzt. 28. Februar 1958 Vollapprobation.